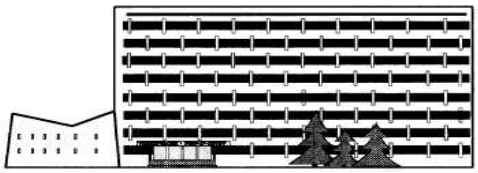
Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 17.12.2021 15:29:11
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Юго-западный государственный университет»



С.И. Иванова

ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Учебное пособие для студентов по организации самостоятельной работы
по курсу инженерной графики
(для студентов всех специальностей)

Рекомендовано в качестве учебного пособия для студентов вузов

Курск 2010

УДК 621.81(084.4) (075.8)
ББК Ж117
И62

Рецензенты
Зав. кафедрой «Теоретическая механика и черчение» Курской государственной сельскохозяйственной академии
профессор Н.В. Грищенко
Зав. кафедрой технической графики Курского государственного университета к.т.н., доцент Е.С. Романов

Иванова, С. И.
Построение изображений: учебное пособие / С.И. Иванова; Юго-западный. гос. ун-т. Курск, 2010, 100 с.: ил.

ISBN 5-7681-0146-2

Учебное пособие соответствует Государственному образовательному стандарту направлений 552900 (150900.62) «Технология оборудование и автоматизация машиностроительных производств», 551800 (150400.62) «Технологические машины и оборудование».

В учебном пособии излагаются методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов-первокурсников при выполнении домашних заданий по проекционному черчению курса «Инженерная графика».

Рассматриваются основные правила оформления чертежей, установленные стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), на которые следует обратить особое внимание.

Пособие предназначено для студентов всех инженерно-технических специальностей. Оно может быть полезно также и для молодых преподавателей.

УДК 621.81(084.4) (075.8)
ББК Ж117
И62

ISBN 5-7681-0146-2

© Юго-западный государственный университет, 2010
© Иванова С.И., 2010

Предисловие

Одним из основных видов профессиональной деятельности специалистов – машиностроителей является проектно-конструкторская. Создание новых машин, механизмов, приборов, различных инженерных сооружений, правильная их эксплуатация и ремонт невозможны без чертежей. Поэтому фундаментальность графической подготовки студентов определяет успешность профессиональной деятельности специалистов.

Графическая подготовка студентов начинается на первом курсе при изучении начертательной геометрии и инженерной графики и продолжается в течение всех последующих лет обучения в ВУЗе средствами специальных дисциплин и далее на протяжении всей жизни. На начальном этапе графической подготовки приобретаются знания и умения понимать, то есть читать графические изображения, и в первую очередь чертежи, а также выполнять и оформлять чертежи согласно правилам Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Настоящее пособие содержит материал по построению изображений, составляющих основу всякого чертежа.

Пособие разработано с целью

- организации эффективной самостоятельной работы студентов (СРС) – первокурсников при изучении раздела «Проекционное черчение» курса инженерной графики (ИГ), а также
- для устранения пробелов в довузовской графической подготовке и адаптации первокурсников к новым вузовским условиям.

Структура изложения материала определена программой курса «Начертательная геометрия. Инженерная графика», утвержденной научно-методическим советом КурскГТУ.

Пособие предназначено для студентов первого курса машиностроительных специальностей. Оно может быть полезно студентам всех технических специальностей независимо от формы обучения. Это пособие также полезно молодым преподавателям.

Все замечания и предложения по улучшению настоящего пособия будут приняты автором с благодарностью. Их следует направлять по адресу: г. Курск, ул.50 лет Октября, 94.

Введение

С первых дней учебы в ВУЗе первокурсник должен быть нацелен на приобретение качественной графической подготовки, чтобы быть готовым к курсовому и дипломному проектированию, а по окончании ВУЗа стать конкурентоспособным на рынке труда. Выпускнику надо быть готовым к постоянному обновлению своих знаний и самосовершенствованию.

К сожалению, в инженерном образовании в течение длительного периода прослеживается снижение роли и уровня графической подготовки студентов. Количество аудиторных часов, отводимых программами и учебными планами на курсы графических дисциплин, уменьшается. Практически отсутствуют часы на проведение еженедельных консультаций, когда в процессе общения можно получить объективную достоверную информацию об уровне и качестве учебных достижений студентов с целью индивидуализации учебного процесса и его соответствующей коррекции. Навыков самостоятельной работы у большинства первокурсников еще нет. Уровень довузовской графической подготовки падает, приходится ликвидировать пробелы, что приводит к замедлению темпов обучения. Основную работу по усвоению материала курсов графических дисциплин студенты должны выполнять на аудиторных занятиях в ВУЗе под руководством преподавателя и дома, самостоятельно выполняя учебные задания.

Основное назначение данного учебного издания – для организации эффективной СРС по приобретению знаний, умений и навыков в процессе освоения очень важного и наиболее трудного раздела «Проекционное черчение» в курсе ИГ. Одновременно настоящее учебное пособие позволит выявить и устранить пробелы в довузовской графической подготовке.

В пособии подчеркивается, что чертеж является основным техническим документом, с помощью которого конструктор передает исполнителям свой замысел.

- *Чертеж* – это воплощенная в линии мысль конструктора-творца.
- *Чертеж* – это руководство к действию для рабочего.

- *Чертеж* – это средство общения технически грамотных людей.
- *Чертеж* – это международный язык техники.

Основу всякого чертежа составляют изображения, совокупность которых должна дать полное, точное и однозначное описание формы предмета. Поэтому тема «Построение изображений» имеет фундаментальное, основополагающее значение в курсе ИГ.

Выполнение и чтение чертежей осуществляется в строгом соответствии с положениями ЕСКД.

В настоящем учебном пособии

- представлены цель и содержание заданий, требования к оформлению;
- кратко изложены основные правила построения и оформления чертежей, на которые следует обратить особое внимание студентов при самостоятельной работе над заданиями;
- даны рекомендации по технике выполнения чертежей и как работать чертежными инструментами;
- приведены примеры построения изображений простых геометрических тел, тел со сквозными отверстиями;
- рассмотрены изображения машиностроительной детали с выполнением сечения проецирующей плоскостью;
- приведены рекомендации к выполнению разрезов;
- приведены рекомендации к простановке размеров с учетом геометрической формы детали;
- даны краткие сведения по построению аксонометрических проекций;
- показаны примеры выполнения графических работ, что значительно облегчит индивидуальную работу студенту;
- приведены вопросы для самоконтроля.

Автор надеется, что использование настоящего пособия в учебном процессе позволит первокурснику быстрее адаптироваться на начальном этапе графической подготовки, ликвидировать пробелы в знаниях, приобрести необходимые умения и навыки, и, следовательно, быть готовым к дальнейшему овладению графическими дисциплинами и быть более заинтересованным в приобретении качественной графической подготовки.

1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Главная цель работы над заданием состоит в изучении правил построения изображений трехмерных геометрических фигур (ГФ) и простых деталей на плоском чертеже по методу прямоугольного проецирования и формировании навыков выполнения и чтения чертежей.

Основное содержание работы – проработка и применение на практике положений ГОСТ 2.305-68 ЕСКД «Изображения – виды, разрезы, сечения» и ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

Работа над заданием предусматривает дальнейшую проработку ГОСТов ЕСКД на форматы, масштабы, линии, шрифты чертежные, а также отработку и закрепление навыков геометрических построений и совершенствование техники выполнения графических работ.

Задание состоит из 5 задач. Решение каждой задачи (кроме первой) заключается в построении профильной проекции комбинированной ГФ по заданным горизонтальной и фронтальной проекциям, в выполнении необходимых разрезов (простых и сложных), а также в построении аксонометрических проекций для 3-х задач.

Все задания носят индивидуальный характер. Варианты заданий представлены в приложениях (см. таблицы П1 – П5).

Задача 1. По 2-м заданным проекциям ГФ построить третью. Линии невидимого контура сохранить. Нанести необходимые размеры. Построить наглядное изображение ГФ в прямоугольной диметрической проекции. Указать положение аксонометрических осей.

Задача 2. По 2-м заданным проекциям многогранника со сквозным отверстием построить третью. Выполнить простые разрезы. Нанести необходимые размеры.

Задача 3. По 2-м заданным проекциям тела вращения со сквозными отверстиями построить третью. Выполнить про-

стые разрезы. Нанести необходимые размеры.

Задача 4. По 2-м заданным проекциям детали построить третью. Выполнить полезные разрезы. Нанести необходимые размеры. Построить сечение тела проецирующей плоскостью. Построить наглядное изображение детали в прямоугольной изометрической проекции с вырезом. Указать положение аксонометрических осей.

Задача 5. По 2-м заданным проекциям детали построить третью. Выполнить полезные разрезы (ступенчатый или ломанный) с соблюдением условностей и упрощений согласно ГОСТ 2.305-68. Нанести размеры. Построить наглядное изображение детали с вырезом. Указать положение аксонометрических осей.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Каждую задачу вычерчивают на листах чертежной бумаги формата А3 в масштабе 1:1. Основная надпись – 185?55. Название: «*Построение изображений*». Шифр: *ГР.02-151003-ИГ-01.00-09*, где *02* – номер графической работы, 151003 – шифр специальности, ИГ – дисциплина «Инженерная графика», 01 – задача 1 (*02* – задача 2 и т. д.), следующие 2 цифры – номер варианта задания, последние две цифры – учебный год.

Все задания по инженерной графике должны выполняться в строгом соответствии с едиными требованиями и правилами выполнения и оформления чертежей всех видов изделий, сформулированными в государственных стандартах (ГОСТах), входящих в комплекс Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Изучение и освоение ГОСТов 2.301-68 – 2.307-68 необходимо студенту в процессе всего обучения инженерной графике.

Ниже приведены *выдержки из общих правил выполнения чертежей*, изложенных в ГОСТах, на которые следует обратить *особое внимание* студентов, и даны рекомендации для студенческих работ.

3. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

3.1. Стандартизация

Стандартизация – обеспечение единообразия и качества продукции за счет введения специальных обязательных для применения нормативно-технических документов - стандартов.

3.2 Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

ЕСКД – стандарты, определяющие конструкцию изделий, нормы и правила проектирования, правила и порядок оформления и обращения конструкторской документации. ***Проектирование*** **включает два взаимосвязанных процесса:** ***конструирование*** **и** ***расчет*****, продукция которых –** ***графические*** **и** ***текстовые*** **конструкторские документы, объединенные общим названием конструкторский проект.**

Следует отметить, что в курсе инженерной графики используют лишь ту часть стандартов ЕСКД, которые вводят правила и порядок оформления графических (чертежи, схемы) и текстовых (спецификация, пояснительная записка) документов.

ГОСТ 2.101-68 устанавливает виды изделий (детали, сборочные единицы и др.), их определение и структуру. ГОСТ 2.102-68 устанавливает номенклатуру конструкторских документов для конкретных стадий разработки документации.

Особое внимание должно быть уделено изучению стандартов, утверждающих общие правила оформления чертежей.

3.2.1. Форматы

ГОСТ 2.301-68 устанавливает форматы листов чертежей и других конструкторских документов. Основные форматы: *А0*, *А1*, *А2*, *А3*, *А4*. Лист формата *А0* имеет размеры сторон *1189х841 мм* и площадь *1 м*^{2}. Остальные форматы получают последовательным делением предыдущего на две равные части линией, параллельной его меньшей стороне.

Форматы листов определяют размером внешней рамки, выполняемой сплошной тонкой линией. Внутреннюю рамку выполняют сплошной основной линией на расстоянии от внешней – слева на 20 мм, а с трех других сторон – на 5 мм.

Для заданий по инженерной графике предназначены листы форматов *А1(841х594)*, *А2(594х420)*, *А3(420х297)*, *А4(297х210)*.

Листы формата *А4* располагают только вертикально, форматов *А1*, *А2*, *А3* – или горизонтально, или вертикально.

В правом нижнем углу листов делают основную надпись. Форму, размеры, расположение и содержание основной надписи и дополнительных граф утверждает ГОСТ 2.104-68. Для графических документов используют основную надпись формы 1 (185х55 мм), а для текстовых документов – формы 2 (185х40 мм). Пример заполнения основной надписи формы 1 приведен на рисунке 1.

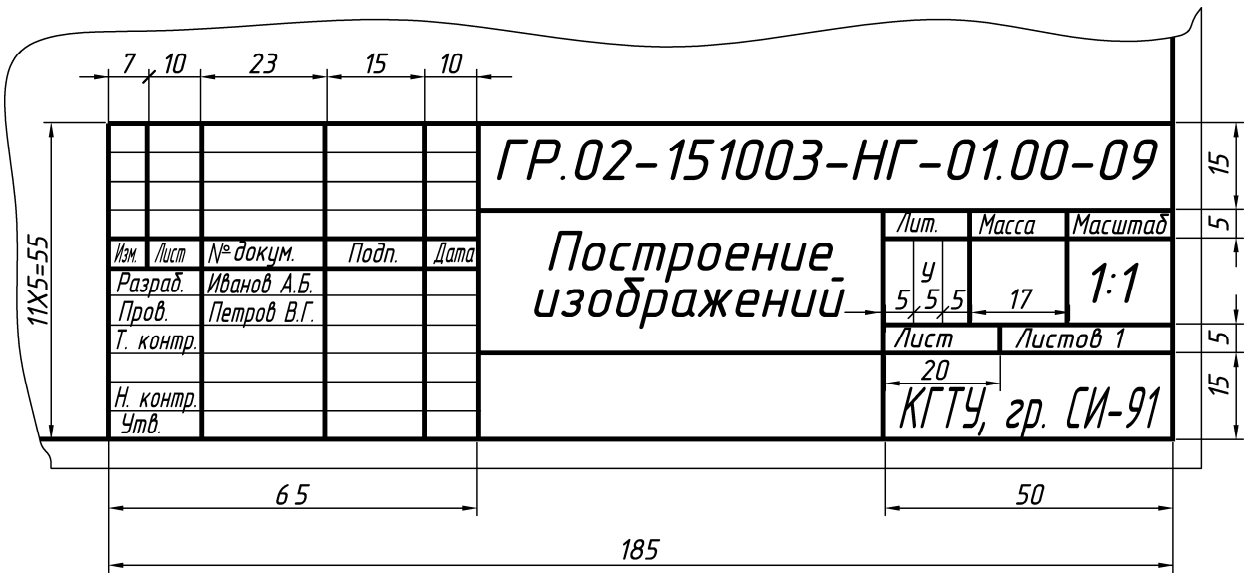
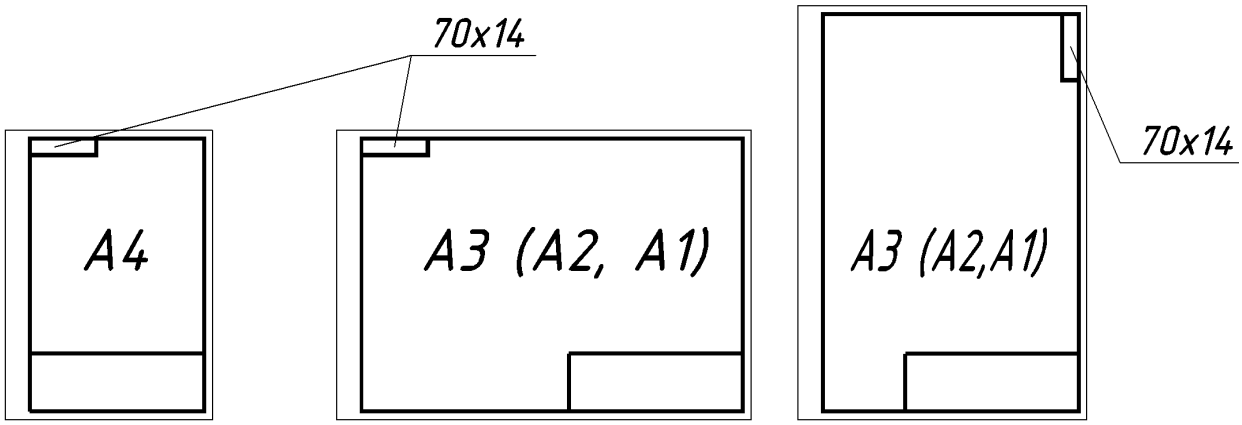


Рис. 1

Обозначение графических документов, повернутое на 180° или 90° указывается в графе (70х14), расположение которой на листах форматов *А1*, *А2*, *А3*, *А4* приведено на рисунке 2 *а*, *б*, *в*.



а *б* *в*

Рис. 2

3.2.2. Масштабы

ГОСТ 2.302-68 устанавливает масштабы изображений, которые разделяют на три группы: натуральная величина *(1:1)*, масштабы уменьшения (*1:2 ; 1:2,5 ; 1:4 ; 1:5 ; 1:10* и т. д.) и увеличения (*2:1 ; 2,5:1 ; 4:1 ; 5:1 ; 10:1* и т. д.).

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета к соответствующим действительным его размерам. Изображения в натуральную величину предпочтительнее.

В специальной графе основной надписи чертежа масштаб обозначают по типу: *1:1* ; *1:2* ; *2:1* и т.д. *На чертеже наносят действительные размеры изображения предмета независимо от применяемого масштаба.*

Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, наносят над этим изображением следующим образом:

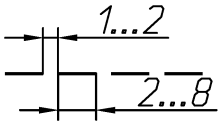
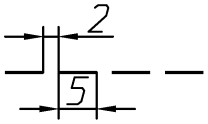
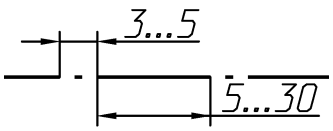
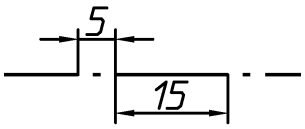
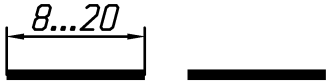
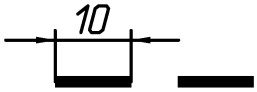
А(2:1); *Б – Б(1:2).*

3.2.3. Линии

При выполнении чертежей применяются линии различного начертания и различной толщины, предусмотренные ГОСТ 2.303-68 (табл. 1).

Таблица 1

Линии чертежа

Наименование линии	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Рекомендации для студенческих работ	
			Толщина линий, мм	Начертание
Сплошная основная		S = 0,5 – 1,4	1	
Сплошная тонкая		От S/3 до S/2	0,3	
Сплошная волнистая			0,3	
Штриховая			0,5	
Штрих-пунктирная тонкая			0,3	
Разомкнутая		От S до 1,5S	1,5	

Толщина сплошной основной линии должна быть одинаковой для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Чтобы правильно построить и обвести соответствующие линии чертежа, необходимо правильно подготовить к работе карандаши (твердые – Т, Н, мягкие – М, 2М, В, средней твердости – ТМ, НВ).

Карандаш очиняют острым перочинным ножом так, чтобы графитный стержень выступал из деревянной оправы на 8-10мм. Длина всей очиненной части карандаша должна быть около 30 мм.

После очинки карандаша графитный стержень затачивают (заостряют) на конус (рис. 3, *а*) или в виде плоского среза (рис. 3, *б*).

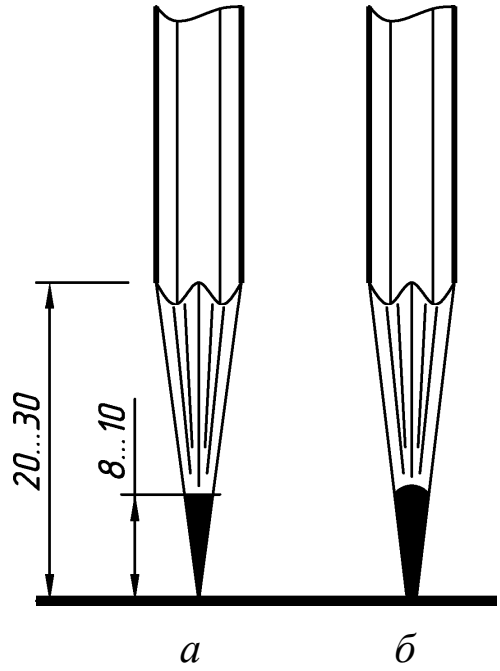


Рис. 3

Удобно использовать мелкозернистую наждачную бумагу, наклеенную на картон. Прямые линии проводят вдоль кромки линейки или угольника без нажима остро заточенным карандашом, а затем обводят карандашом средней твердости или мягким. При этом карандаш немного наклоняют в сторону движения. Вертикальные и наклонные линии проводят с помощью линейки (рейсшины) и угольника (рис. 4, 5).

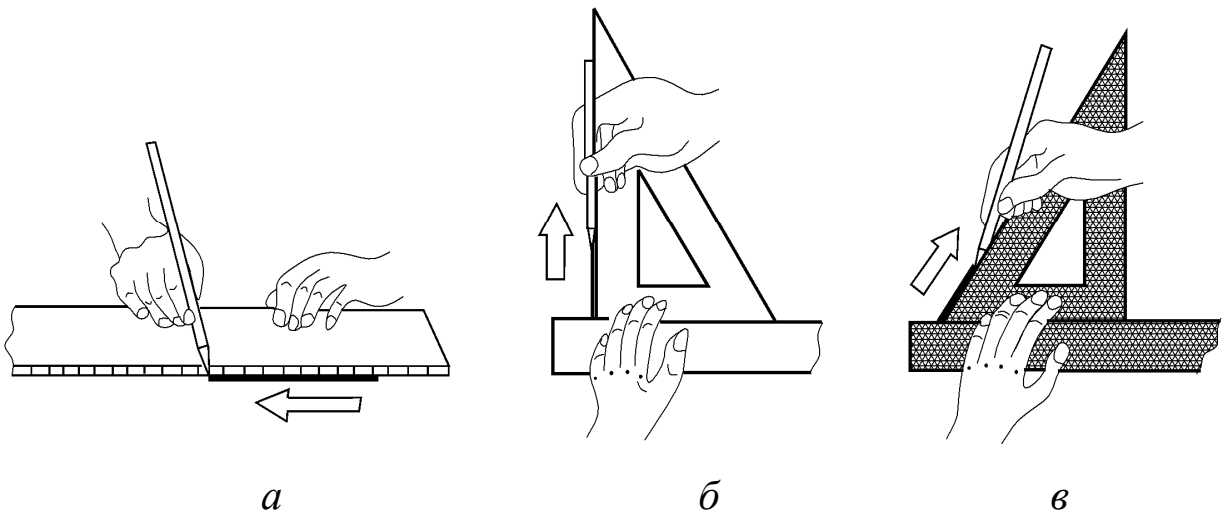


Рис. 4. Приемы проведения линий:
а – горизонтальных; *б* – вертикальных; *в* – наклонных

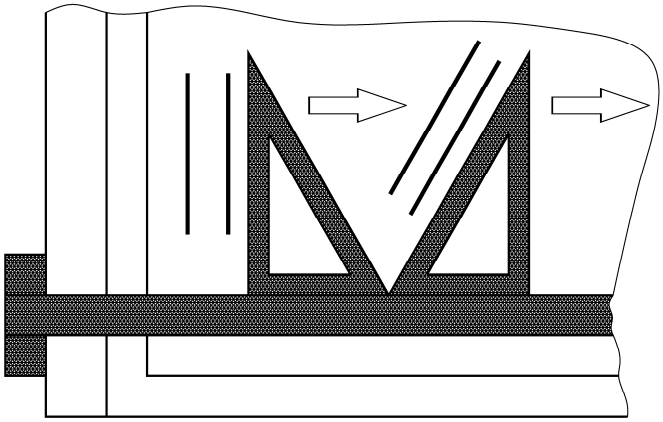


Рис. 5. Приемы проведения вертикальных и наклонных линий по рейсшине и угольнику

3.2.4 Шрифты чертежные

Надписи на чертежах (основная надпись, технические требования, обозначение изображений, размерные числа) выполняются чертежными шрифтами по ГОСТ 2.304-81. Размер шрифта «h» определяется высотой прописных букв в миллиметрах. В студенческих работах применяют следующие размеры шрифта – 3,5; 5; 7; 10; 14. Высота строчных букв «с» определяется из отношения их высоты к размеру шрифта h (с=7/10h), что соответствует размеру предыдущего шрифта. *К использованию рекомендуется шрифт типа Б с наклоном к основанию под углом 75° и толщиной d линий букв d=1/ 10h.*

При заполнении основной надписи необходимо использовать шрифты следующих размеров: 3,5 строчный (или 5 строчный) и 7 (прописной и строчный). Для размерных чисел рекомендуется размер шрифта 5. Для приобретения правильного и прочного навыка при выполнении надписей стандартным шрифтом следует использовать вспомогательную упрощенную сетку, размеры которой определяются соответствующими параметрами шрифта (высотой прописных и строчных букв, расстоянием между буквами и словами, толщиной линий шрифта). Совершенно необходимо стремиться *изучить конструкцию всех букв и цифр* (см. п. 3.3., п. 6.2. ГОСТ 2.304-81). Это позволяет в дальнейшем правильно выполнять надписи. Следует подчеркнуть, что почерк здесь не имеет существенного значения. Важно понять образование каждой буквы и цифры, тогда не будет ошибок.

По начертанию буквы русского алфавита можно разделить на 3 группы:

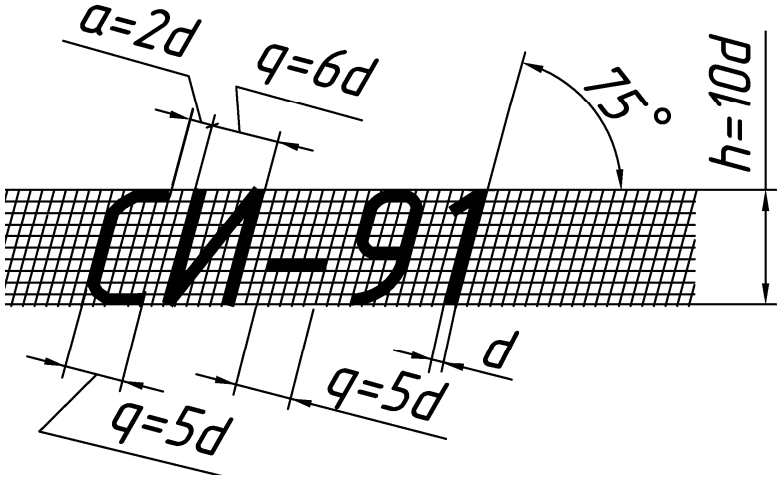
1 – прямолинейные буквы (*Г, К, Ж, П, Н* и др.);

2 – прямолинейные буквы с небольшими закруглениями (*Ч, У* и др.);

3 – буквы на основе «*О*» - средняя часть прямолинейна.

Особое внимание следует обратить на начертание строчных букв – *т, ш, и, с, а* и др.

Приведем построения шрифта типа *Б* с наклоном по вспомогательной полной и упрощенной сетке (см. рис. 6).



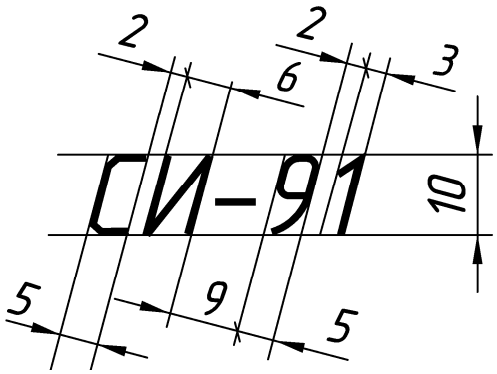
а

Размер шрифта ***h=10***

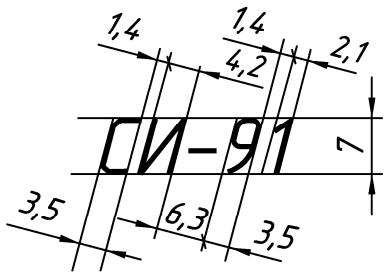
$$d = \frac{1}{10}h = 1мм$$

Размер шрифта ***h=7***

$$d = \frac{1}{10}h = 0{,}7мм$$



б



в

Рис. 6

Чтобы построить упрощенную сетку для надписи соответст-

вующего размера шрифта, нужно определить все параметры шрифта: высоту прописных (h) и строчных (c) букв, ширину буквы (q) и расстояние (a) между ними (п. 3.3, п. 6.2. ГОСТ 2.304-81).

Для этого необходимо очень внимательно изучить конструкцию каждой буквы, выявить ее ширину q, умножив толщину линий шрифта d на количество клеток. Следует помнить, что d – это цена деления одной клеточки или шаг вспомогательных линий сетки. Необходимо выдерживать одинаковое расстояние между буквами (оно равно двум клеточкам, т. е. $a = 2d$).

Изучение конструкции каждой буквы и построение вспомогательной упрощенной сетки на первых порах достаточно трудоемко, но только тщательное и аккуратное выполнение надписей по сетке гарантирует успех через 1-2 недели систематических упражнений. Для выявления и запоминания ширины соответствующих букв и цифр помогут сведения, приведенные в таблице 2, где выделены 4 группы букв и цифр по ширине.

Таблица 2

Группы букв, цифр и знаков по ширине

Шрифты	Группа	Начертание чертежного шрифта	Соотношение ширины буквы q и ширины d ($d=0,1h$)
Прописные буквы, цифры и символы	1	1	$q=3d$
	2	ГЕЗС, 02356789	$q=5d$
	3	БВИЙКЛНОПРТЧЦЧЬЭЯ, 4 №R ▫ ▻ ⊻	$q=6d$
	4	АДМХЫЪЮ, ⌀	$q=7d$
	5	ЖФШЩ	$q=8d$
Строчные буквы	1	зс	$q=4d$
	2	абвгдеийклнопрухцчьэя	$q=5d$
	3	мъыю	$q=6d$
	4	жтфшщ	$q=7d$

Ниже в табл. 3 приведены некоторые надписи (наименование и обозначение графической работы, а также цифры) выполненные по упрощенной вспомогательной сетке.

Таблица 3

Надписи на чертежах

Надпись	Размер шрифта h	Толщина линий d
Построение изображений	7 стр.	0,7 мм
ГР.02-151003-ИГ-0100-09 КГТУ СИ-91	7 проп.	0,7 мм
0123456789 R 2отв.Ø60	5 проп.	0,5 мм

3.2.5. Изображения: виды, разрезы, сечения, выносные элементы

Чертеж детали должен с исчерпывающей полнотой представлять точную форму, размеры и другие данные, необходимые для изготовления и контроля.

В общем случае чертеж любого предмета содержит графическое изображение видимых и невидимых его поверхностей. Эти изображения получаются путем прямоугольного (ортогонального) проецирования предмета на 6 граней куба, причем предполагается, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей гранью куба.

Грани куба принимаются за основные плоскости проекций: 1 – фронтальную, 2 – горизонтальную, 3 – профильную; 4, 5, 6 – им параллельные. Основные плоскости проекций совмещаются в одну вместе с полученными на них изображениями (рис. 7).

Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для того, чтобы полностью представить форму предмета и определить все его размеры.

ГОСТ 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения» устанавливает наименование изображений, их содержание, правила выполнения и расположения на чертеже, а также допустимые условности и упрощения.

В зависимости от содержания изображения на чертеже разде-

ляют на виды, разрезы и сечения.

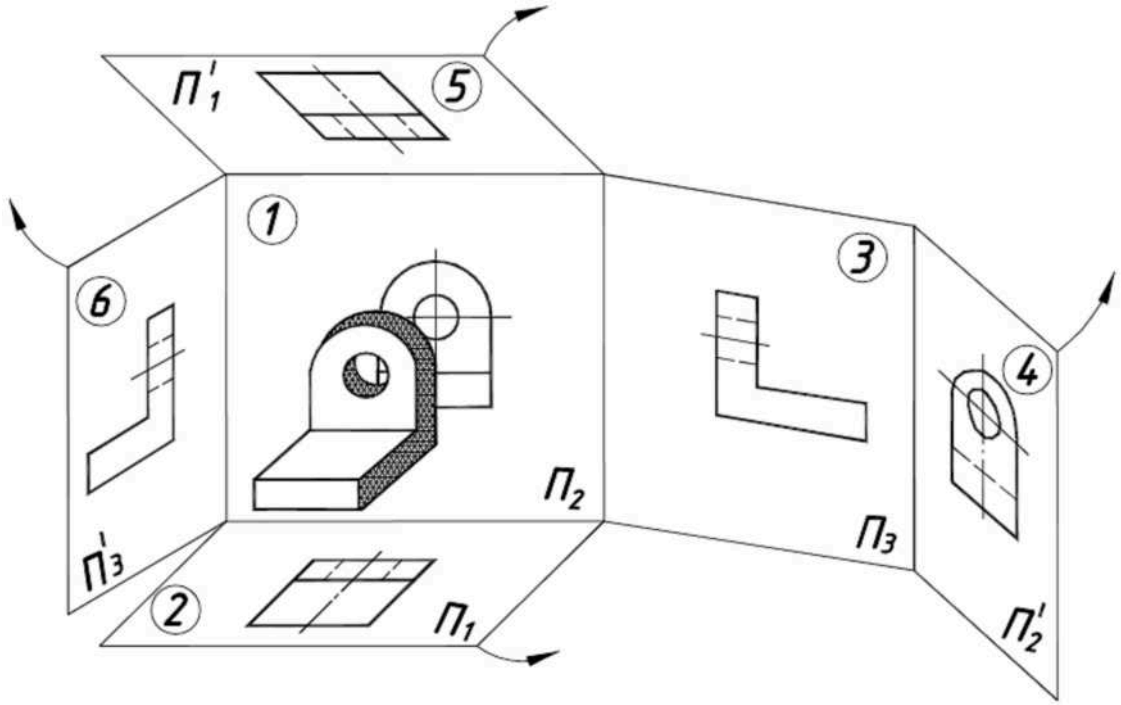


Рис. 7

3.2.5.1. Виды

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений иногда допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий (задача 1).

Видам, получаемым на основных плоскостях проекций (основные виды) – фронтальной, горизонтальной и профильной – присваиваются названия: вид спереди (главный вид), вид сверху, вид слева (рис. 8).

Вид спереди условно считают главным. Относительно главного вида в установленном порядке размещают все остальные виды предмета: вид сверху – под главным видом, вид слева – справа от главного вида. При этом между изображениями предмета строго соблюдается проекционная связь.

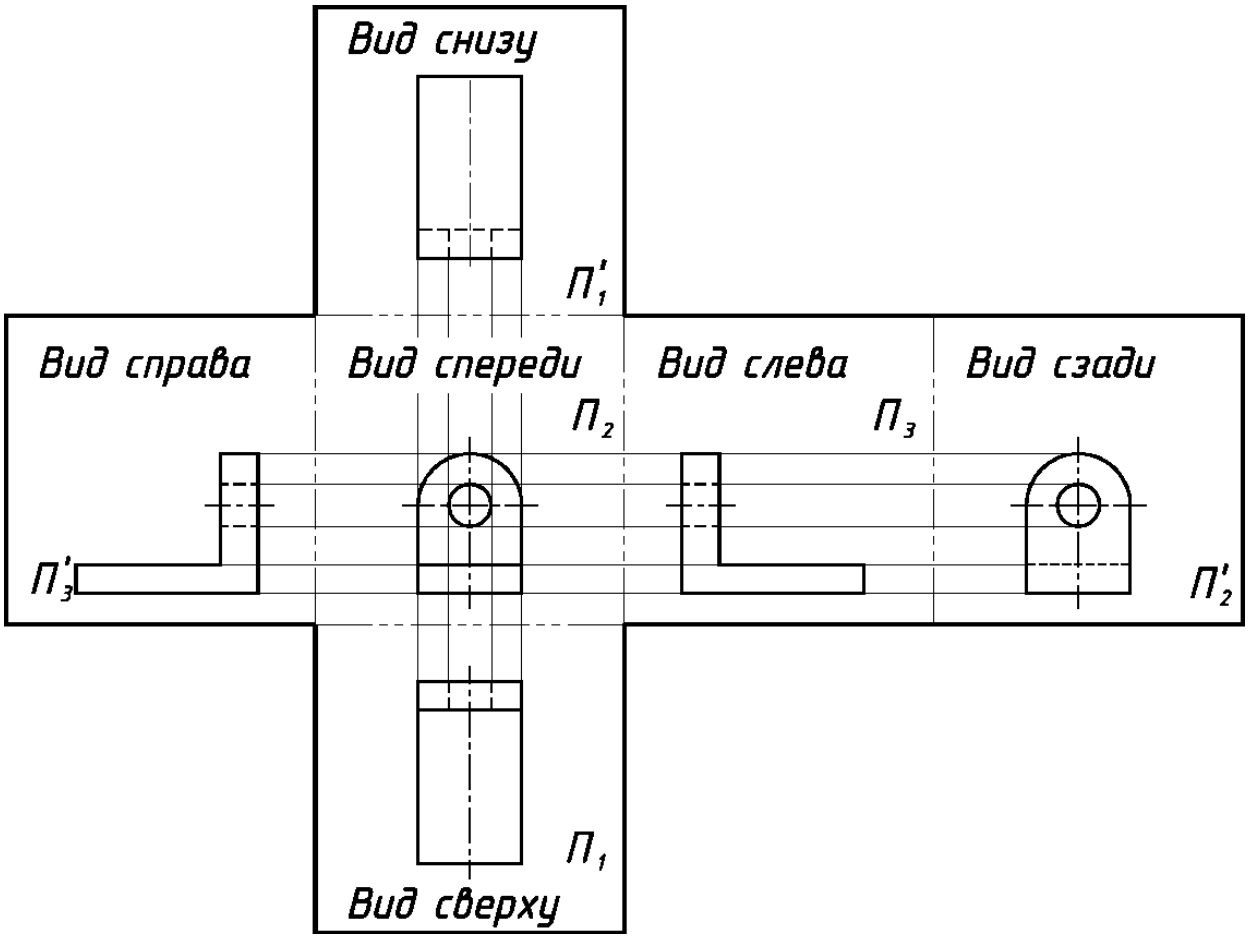


Рис. 8

В случае, когда все виды располагаются в проекционной связи, на чертеже не наносятся какие-либо надписи, разъясняющие наименования видов. Если виды смещены относительно основного изображения, они отмечаются на чертеже стрелкой, указывающей направление взгляда на предмет. Над стрелкой и над помеченным видом наносим одну и ту же русскую прописную букву. Если обозначается несколько видов, то буквы пишутся в алфавитном порядке (*А*, *Б*, *В*, *Г* и т. д.).

Главный вид и основные виды должны быть рационально расположены на поле чертежа с учетом размеров и размещения текстового материала.

Местный вид (*частичный*) *– изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета.* Местный вид может быть ограничен линией обрыва, осью симметрии или не ограничен. Он применяется в тех случаях, когда из всего вида необходима только часть его для уточнения формы (рис. 9).

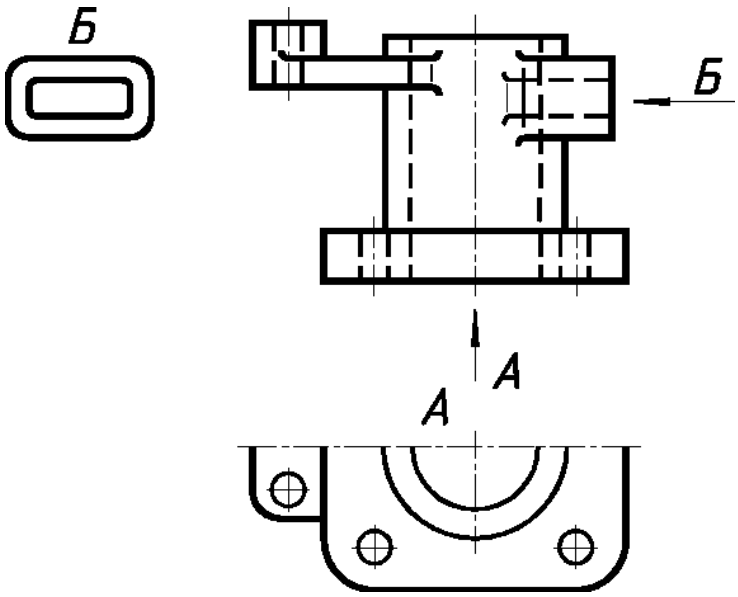


Рис. 9

Если какую-либо часть предмета невозможно показать без искажения формы и размеров, то выполняется дополнительный вид на плоскость, не параллельную основным плоскостям проекций. Этот вид должен быть расположен в направлении проецирования, которое указывается стрелкой (рис. 10). При необходимости указывают угол поворота.

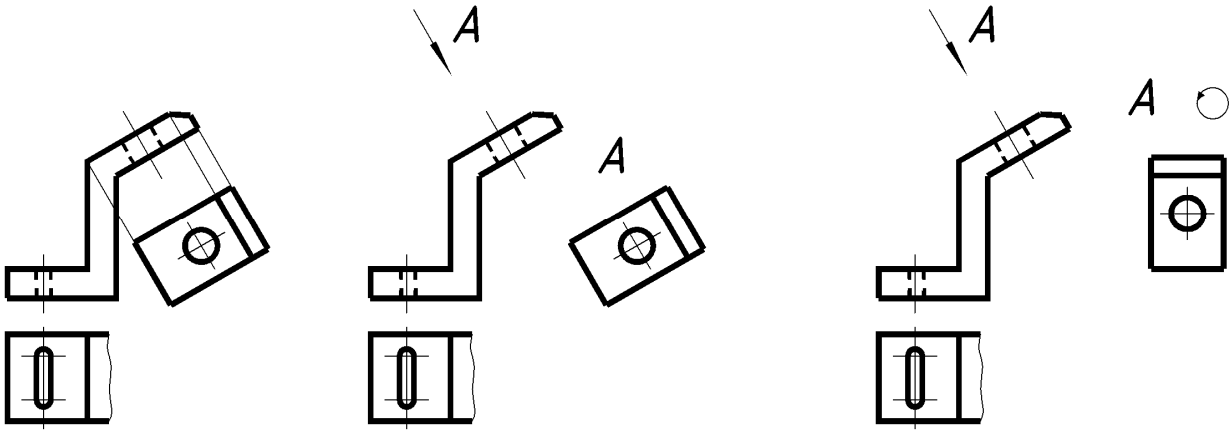


Рис. 10

3.2.5.2. Разрезы, сечения

Для выявления формы и размеров внутренних полостей изображенного предмета следует применять разрезы и сечения.

Разрезом называют изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. *На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости и то, что находится за ней.* Ту часть предмета, которая находится между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно отбрасывают.

Сечением называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается в секущей плоскости. (Подробно о сечениях, не входящих в состав разреза, – см. ГОСТ 2.305-68, п. 4.)

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяют на **горизонтальные**, **вертикальные** и **наклонные**.

Вертикальный разрез называют **фронтальным**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и **профильным**, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют на:

простые – при одной секущей плоскости,

сложные – при двух и более секущих плоскостях.

Сложный разрез называют ступенчатым, если секущие плоскости параллельны. Если секущие плоскости пересекаются, то разрез называют **ломаным.**

Для указания на чертеже положения секущей плоскости (см. п. 3.2.3) применяют разомкнутую линию, называемую линией сечения. Начальный и конечный штрихи линии сечения не должны пересекать контур изображения. Стрелки, указывающие направление взгляда при разрезе, ставят на расстоянии 2-3 мм от внешнего конца штриха. У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же букву русского алфавита. Разрез отмечают надписью по типу «*А- А*» – всегда двумя буквами через тире. Буквенные обозначения разрезов следует располагать параллельно основной надписи чертежа над соответствующим разрезом. Размер шрифта буквенных

обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел на том же чертеже приблизительно в два раза.

При обозначении сложного разреза штрихи линии сечения проводят также у изломов линии сечения (ступенчатый разрез *Б – Б*, рис. 13).

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (рис. 11).

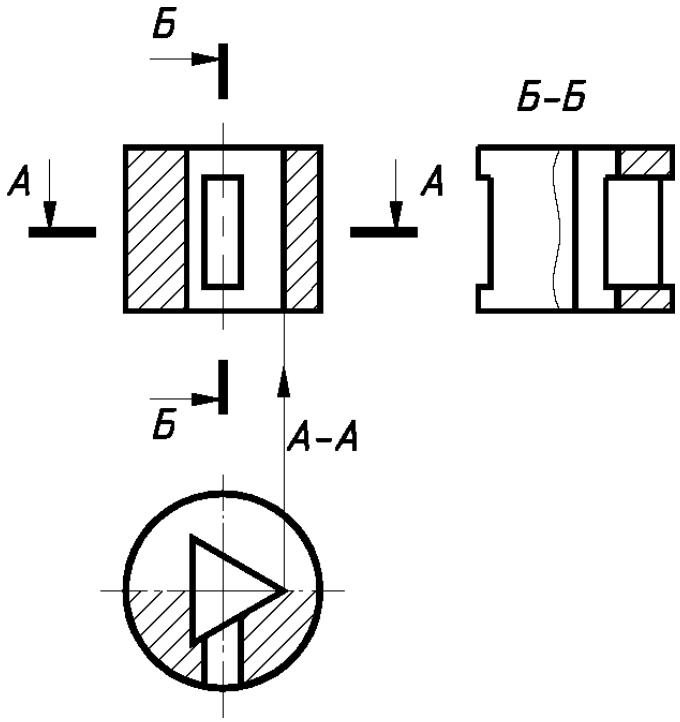


Рис. 11

Если разрез расположен на месте соответствующего основного вида, а плоскость разреза совпадает с плоскостью симметрии предмета, то положение плоскости не отмечают и разрез надписью не сопровождают (рис. 11, фронтальный разрез).

Допускается соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их сплошной волнистой линией. Если при этом соединены половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то *разделяющей линией служит ось симметрии* (см. рис. 11, вид сверху – горизонтальный разрез).

Если с осью симметрии, являющейся границей между видом

и разрезом, совпадает проекция какой-либо линии, принадлежащей внешней или внутренней поверхности фигуры (например, ребра многогранника), то в этом случае часть вида и часть разреза допускается соединять, разделяя их *сплошной волнистой линией*. Волнистую линию наносят слева или справа от ребра, увеличивая вид или разрез, чтобы ребро проецировалось видимым (рис. 11, вид слева – профильный разрез). **Предпочтительнее вид располагать слева, а разрез – справа.**

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется **местным**. Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией (рис. 12).

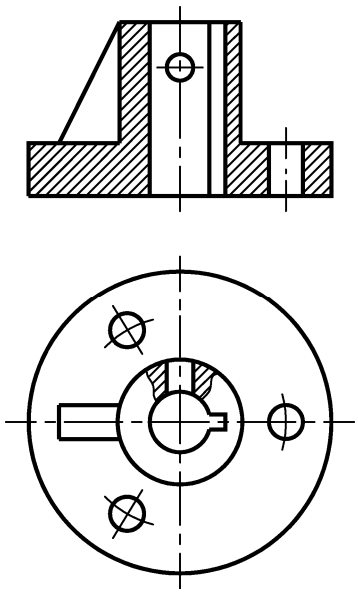


Рис. 12

В чертежах задания штриховку в разрезах и сечениях следует наносить параллельными прямыми линиями *(S≈0,3 мм)* под углом 45° к линии рамки. Расстояние между линиями штриховки 2-2,5 мм. Линии штриховки допускается наносить с наклоном вправо или влево, но в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к данной фигуре. Тонкие стенки типа ребер жесткости показывают в разрезе не заштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль длинной стороны ребра. Контур ребра выделяется на разрезе сплошными основными линиями (рис. 12, 13, фронтальный разрез).

Это положение не распространяется на поперечные разрезы этих элементов (см. рис. 13, горизонтальный разрез).

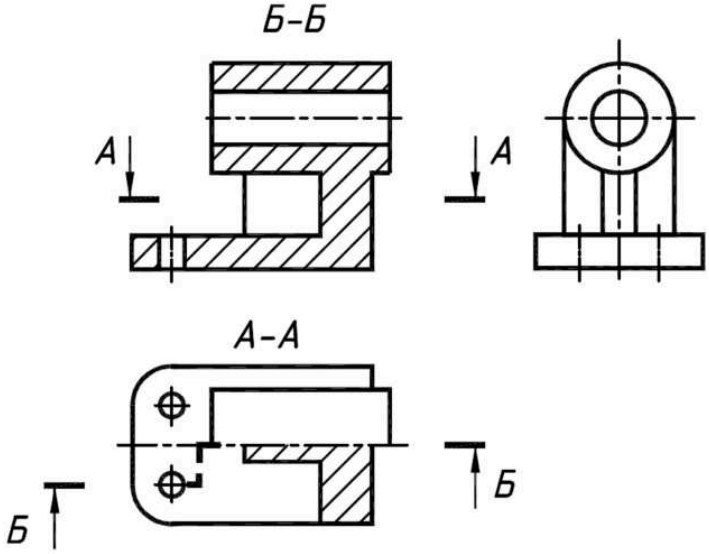


Рис. 13

3.2.5.3. Выносные элементы

Если какая-либо часть предмета требует графического пояснения формы и размеров ввиду мелкого изображения, то применяется дополнительное (обычно **увеличенное**) **ее изображение**, называемое **выносным элементом**.

При применении выносного элемента соответствующее место изображения отмечается замкнутой сплошной тонкой линией (окружностью) с обозначением на полке линии-выноски прописной русской буквы. Над выносным элементом указывается та же буква и масштаб увеличения (рис. 14).

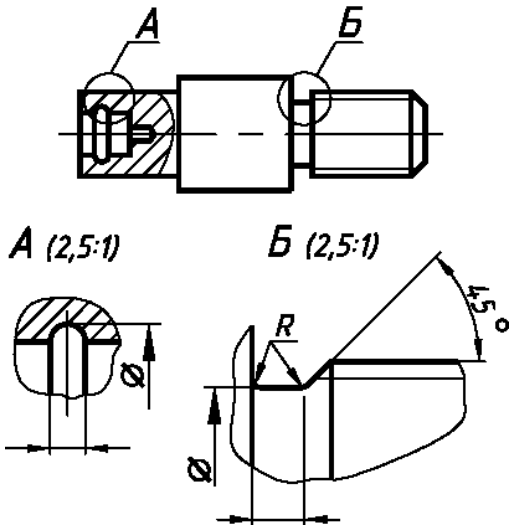


Рис. 14

3.2.6. Простановка размеров

Вопрос простановки размеров – достаточно сложный вопрос, имеющий большое значение в конструкторской подготовке инженеров. Следует отметить, что обоснованное решение вопросов простановки размеров зависит от полного изучения студентами курсов технологии машиностроения, основ взаимозаменяемости и других общетехнических и специальных дисциплин.

На первом курсе при изучении инженерной графики студенту необходимо:

1 - внимательно **изучить правила нанесения** размеров на чертежах деталей, изложенные в ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений» (п. 1, п. 2);
2 - **приобрести навыки для проведения анализа геометрической формы** детали и **простановки размеров, характеризующих поверхности, ограничивающие деталь**;
3 - получить первоначальные сведения о **выборе баз** для простановки размеров с учетом конструкции, а в последствии и технологией изготовления и контроля детали.

3.2.6.1. Общие положения

Для простановки размеров на чертежах деталей инженер-конструктор учитывает следующие основные факторы:

1 – *геометрическую форму детали*,
2 – *условия работы детали в изделии*,
3 – *технологию изготовления детали*,
4 – *удобство чтения и выполнения чертежа*.

Студент при выполнении учебных чертежей должен стремиться к тому, чтобы размеры были проставлены обязательно геометрически полно и по возможности технологически грамотно.

ГОСТ 2.307-68 устанавливает следующие ***основные требования*** **к нанесению размеров** на чертежах деталей.

1. Основание для определения величины изображенной детали – **размерные числа**, нанесенные на чертеже.
2. **Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным** для изготовления и контроля детали без затруднений, связанных с дополнитель-

ными вычислениями.

Нельзя повторять размеры одного и того же элемента детали на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации, *исключение – справочные размеры*.

Повторение размера, во-первых, не дает дополнительной информации о детали, а лишь загромождает чертеж, во-вторых, приводит к ошибкам при изменении размера (при корректировке могут забыть изменить размер в каком-либо документе).

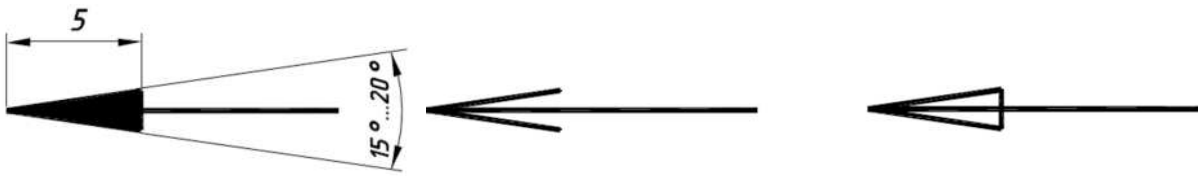
3. **Линейные размеры** на чертежах указывают в ***миллиметрах*** без обозначения единицы измерения; угловые размеры – в градусах с обозначением единицы измерения.

Графические правила нанесения размеров

Нанесение размеров включает проведение выносных и размерных линий, стрелок, написание размерных чисел, знаков и пояснительных надписей.

Размерные и выносные линии

1. Для нанесения размера служат выносные и размерные линии. Размерную линию ограничивают стрелками одинаковой формы и размеров (рис. 15, *а*, *б*, *в*; *а* – предпочтительнее).



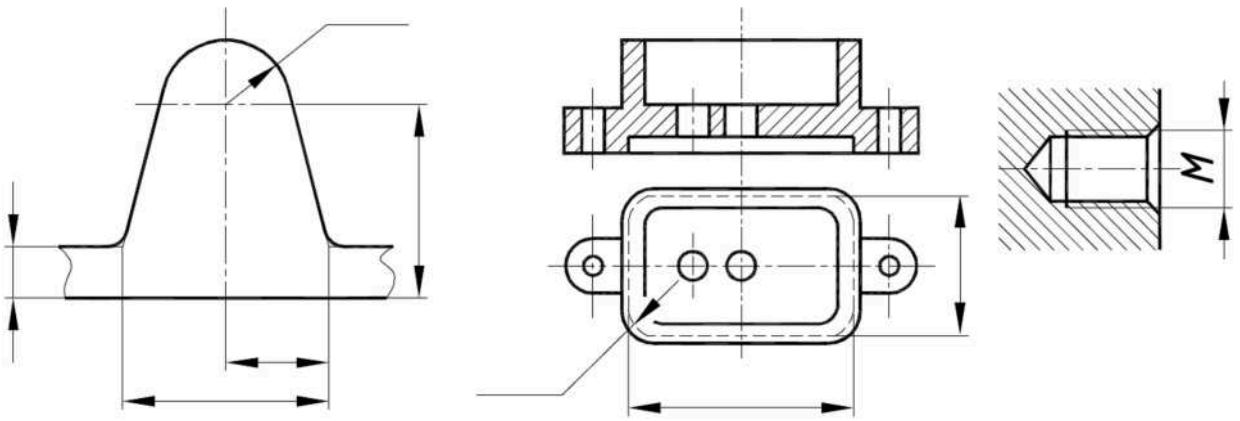
а *б* *в*

Рис. 15

Выносные линии должны выходить за пределы стрелок размерной линии на 2-3 мм. Расстояние размерной линии от контурной равно 10 мм, расстояния между параллельными размерными линиями должны быть в пределах 7-10 мм.

2. Выносные линии проводят, как правило, от линий видимого контура. Исключение составляют следующие случаи:

- при указании координат вершин скругляемого угла или центра дуги скругления выносные линии проводят от точки пересечения сторон скругляемого угла или от центра дуги скругления (рис. 16, *а*);
- можно проводить выносные линии от невидимого контура, если при этом отпадает необходимость вычерчивать дополнительное изображение. При этом не должна нарушаться ясность чертежа (рис. 16, *б*);
- при нанесении размера резьбы в отверстии, кроме трубной и конической резьб, выносные линии проводят от сплошной тонкой линии (рис. 16, *в*).



а *б* *в*

Рис. 16

3. Размерную линию никогда не выполняют с разрывом. При изображении детали с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 17).

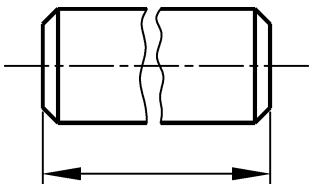


Рис. 17

4. Размерные линии наносят с обрывом в следующих случаях:
- если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают

только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом за ось или линию обрыва предмета (рис. 18);

- при указании размера диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, размерную линию можно обрывать за центром окружности (рис. 19).

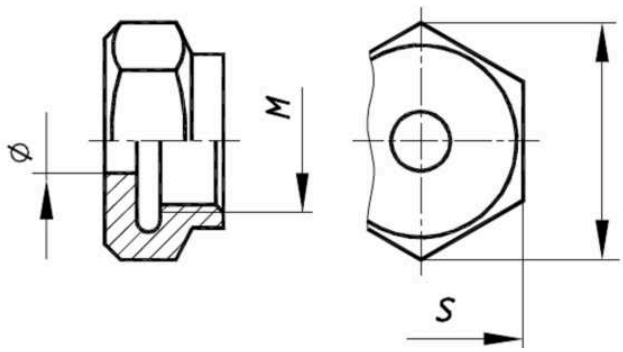


Рис. 18

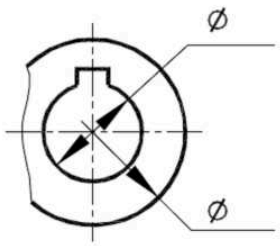
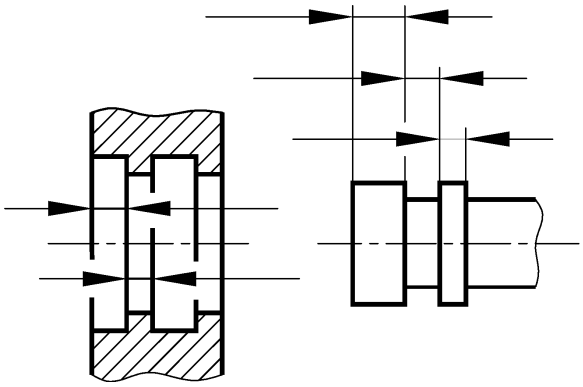


Рис. 19

5. Размерные линии лучше наносить вне контура изображения, что облегчает чтение чертежа. Но иногда удобно размерные линии разместить внутри контура изображения (при наличии свободного поля) и тем самым не проводить слишком длинные выносные линии, пересекающие линии изображения (рис. 20, *а*).
6. Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, т. е. менее 12 мм, то размерную линию продолжают за выносные линии или соответственно - за контурные, осевые и т. д. При этом стрелки наносят так, как показано на рисунке 20.
7. При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки можно заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям (рис. 21, *а*) или четко наносимыми точками (рис. 21, *б*).

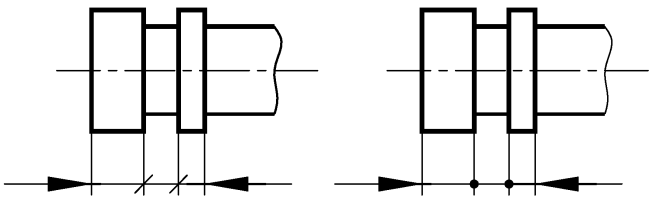
   При недостатке места для стрелок из-за близко расположенных контурной (рис. 20, *а*) или выносной (рис. 20, *б*) линий последние необходимо прерывать.
8. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Для этого размерные линии, соответствующие

меньшему размеру детали, следует располагать ближе к изображению детали.



а *б*

Рис. 20



а *б*

Рис. 21

3.2.6.2. Размерные числа

1. Размерные числа на учебных чертежах рекомендуется наносить шрифтом 5 и вписывать их в сетку (рис. 22).

Высота цифр и знаков должна быть одинаковой на всем поле чертежа. При этом условные знаки и надписи должны быть написаны тем же размером шрифта, что и размерные числа, например: *R5*; □*10*.

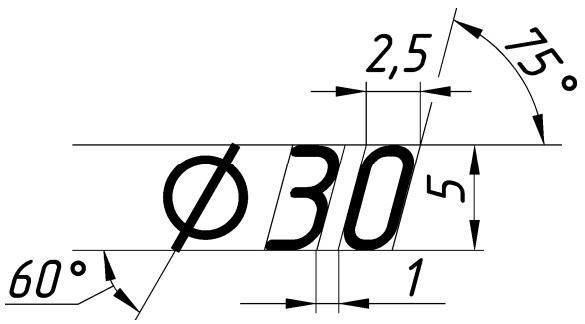


Рис. 22

2. Размерные числа не допускается наносить в месте пересечения нескольких линий и пересекать какими-либо линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа. Осевые и центровые линии и линии штриховки прерывают в месте нанесения размерного числа (рис. 23).

3. Размерные числа наносят над размерной линией на расстоянии 1...1,5 мм как можно ближе к ее середине. При нанесении не-

скольких параллельных или концентрических размерных линий размерные числа следует располагать в шахматном порядке (рис. 24).

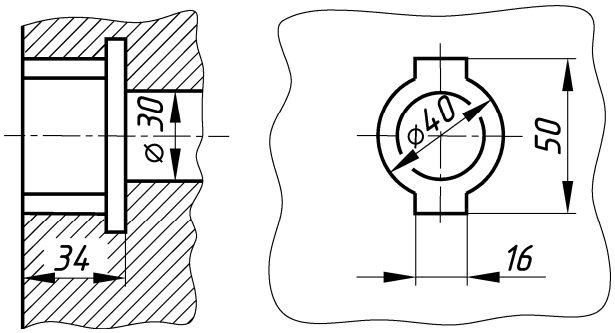


Рис. 23

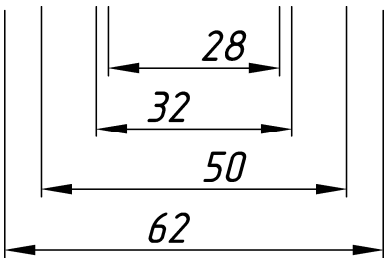


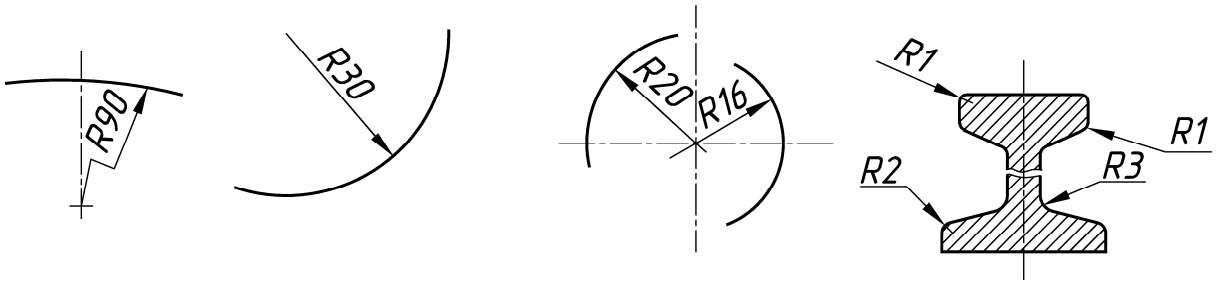
Рис. 24

3.2.6.3. Знаки. Нанесение размеров диаметров, квадратов и других элементов детали.

1. При нанесении размерной линии радиуса ее ограничивают одной стрелкой, упирающейся в дугу окружности. При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R*. При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге. В этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° (рис. 25, *а*). Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса не доводят до центра (рис. 25, *б*). При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии двух радиусов не располагают на одной прямой, а так же вертикально или горизонтально, чтобы размерные линии не совпали с центровыми (рис. 25, *в*).

Если радиусы скруглений на изображении детали менее, чем 10 мм, то размерную линию радиуса можно наносить так, как по-

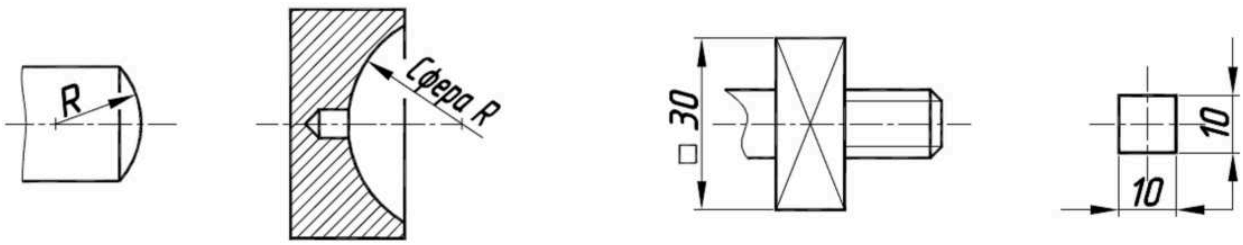
казано на рисунке 26.



а *б* *в*

Рис. 25 Рис. 26

2. При указании размера диаметра во всех случаях перед размерным числом наносят знак ∅. Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы наносят знак ∅, (R) без надписи «Сфера» (рис. 27, *а*). Слово «Сфера» пишут в тех случаях, когда на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей (рис. 27, *б*).



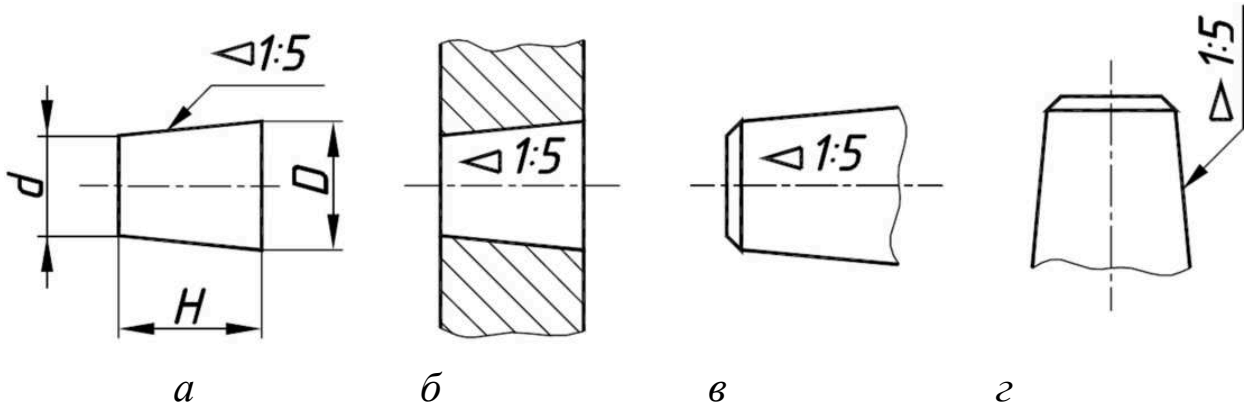
а *б* *а* *б*

Рис. 27 Рис. 28

3. Размеры квадратов можно наносить одним из способов, указанных на рисунке 28, *а, б*.

4. Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак ▷, острие которого должно быть направлено в сторону вершины конуса (рис. 29, *а, б, в, г*). Полка линии-выноски должна быть параллельна оси конуса. Значение конусности вычисляют по формуле:

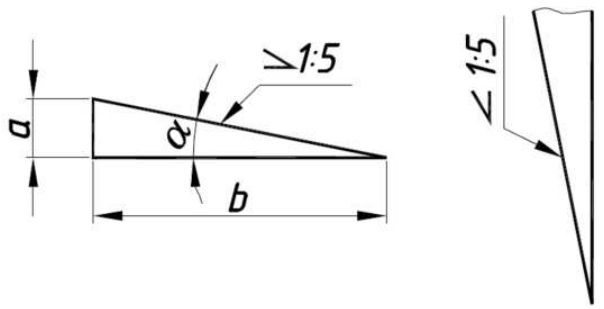
$$k = \frac{D - d}{H}$$



а *б* *в* *г*

Рис. 29

5. Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак ∠, вершина угла которого должна быть направлена в сторону уклона (рис. 30).



а *б*

Рис. 30

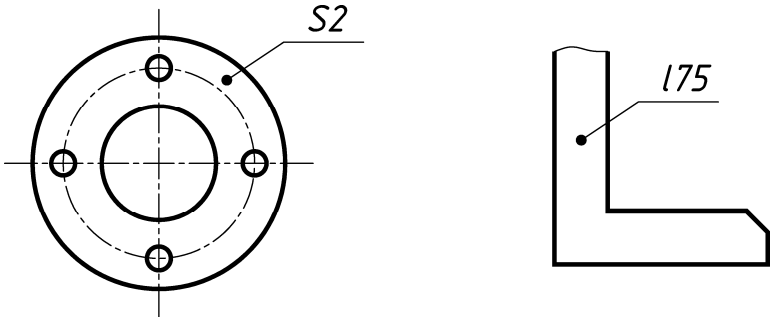
Полка линии-выноски должна быть параллельна плоскости (линии), относительно которой задан уклон. Уклон подсчитывают по формуле

$$\operatorname{tg}\ \alpha\ =\ \frac{a}{b}$$

и выражают простой или десятичной дробью, в градусах или процентах.

6. При изображении детали в одной проекции размер ее толщины S или длины l наносят так, как показано на рис. 31, *а, б.*

Применение условных знаков, букв и надписей облегчает выполнение и чтение чертежа, сокращает количество наносимых размеров, в некоторых случаях позволяет уменьшить количество изображений.



а *б*

Рис. 31

3.2.6.4. Простановка размеров с учетом геометрической формы детали.

Решение вопроса о том, какие размеры должны быть нанесены на изображениях детали, следует начинать с анализа геометрической формы детали.

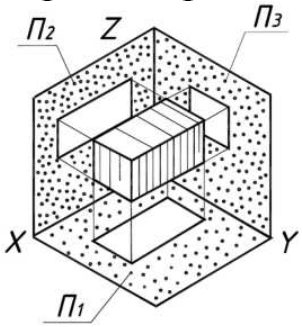
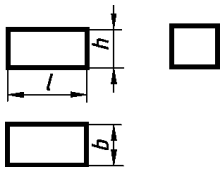
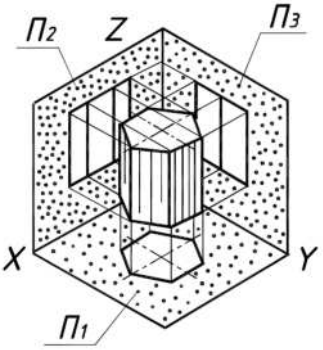
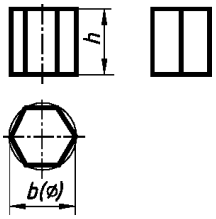
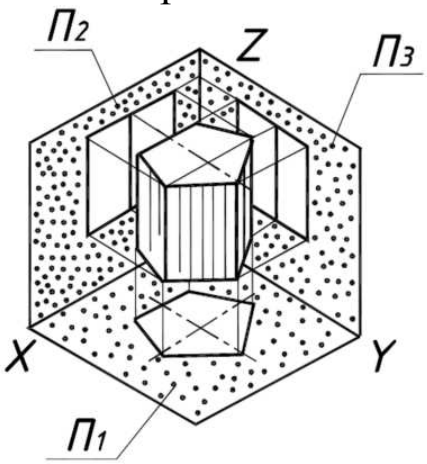
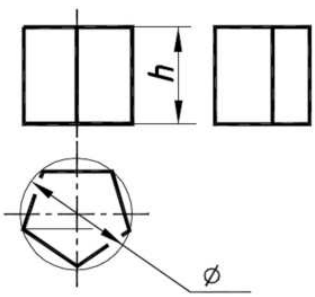
В основе формы деталей машин и механизмов находятся простые геометрические тела: цилиндры, конусы, призмы, пирамиды, шар. В таблице 4 представлены простые геометрические тела, их наглядные изображения и чертежи.

Анализируя изображения, можно отметить, что профильные проекции всех тел на чертеже лишние. Кроме того, благодаря знаку ⌀ можно представить форму цилиндра, конуса и шара без вида сверху. Здесь дано по 3 проекции для того, чтобы, встретив на чертеже одну из них, можно было определить поверхность, которая ограничивает данное геометрическое тело.

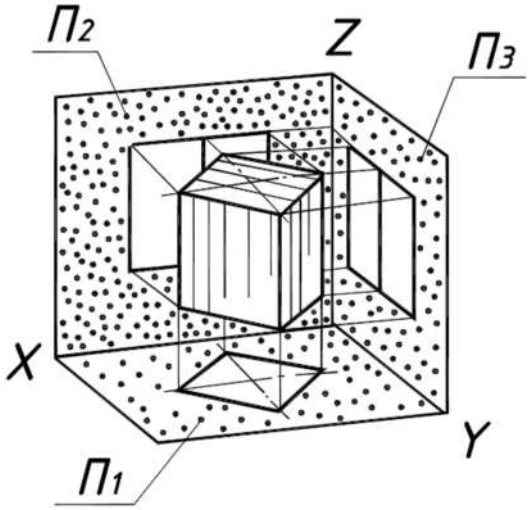
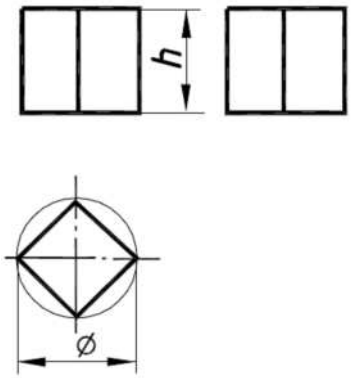
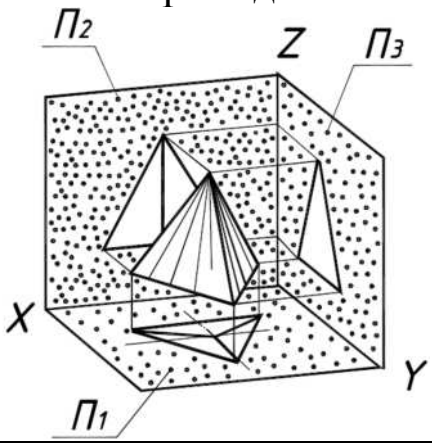
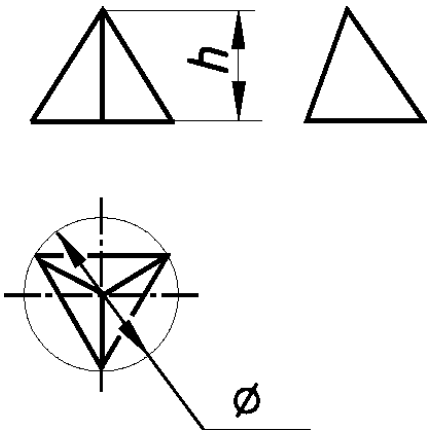
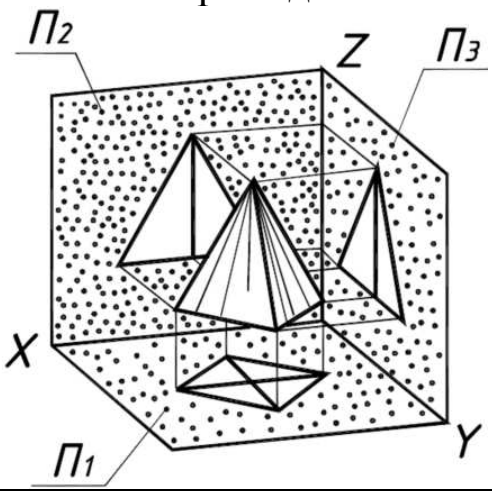
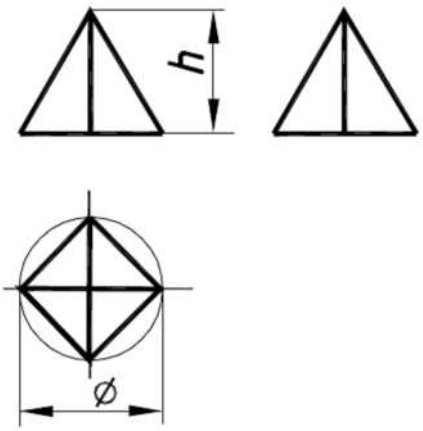
Итак, минимальное количество изображений для призмы – два, для цилиндра, конуса и шара – одно. Прямая призма характеризуется 3-мя размерами: длиной, шириной, высотой; правильная призма – двумя размерами; цилиндр и конус – диаметром и высотой; усеченный конус – двумя диаметрами и высотой, шар – диаметром.

Таблица 4

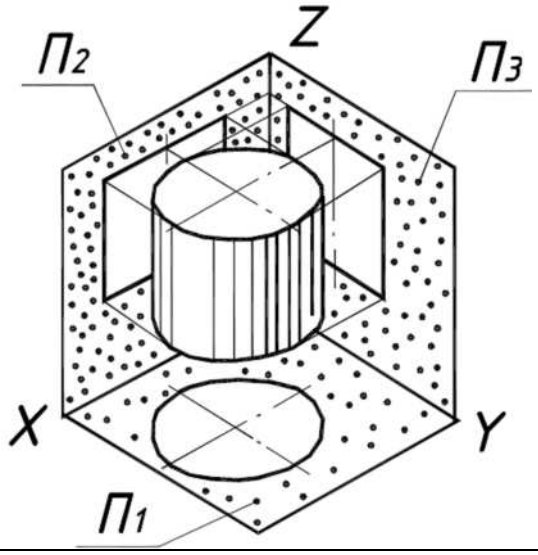
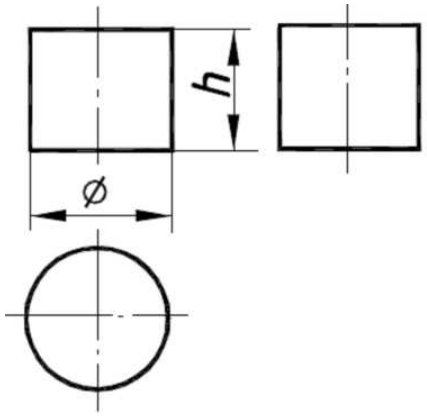
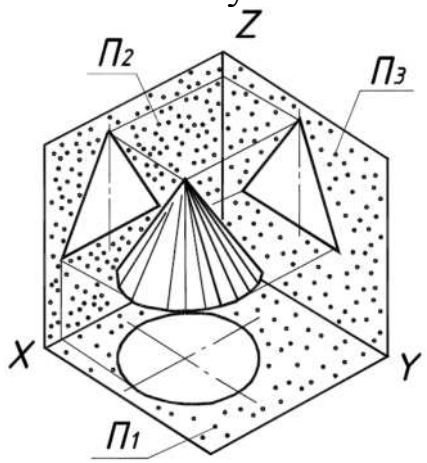
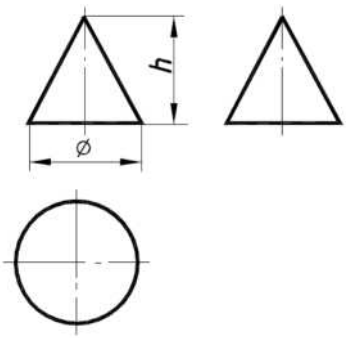
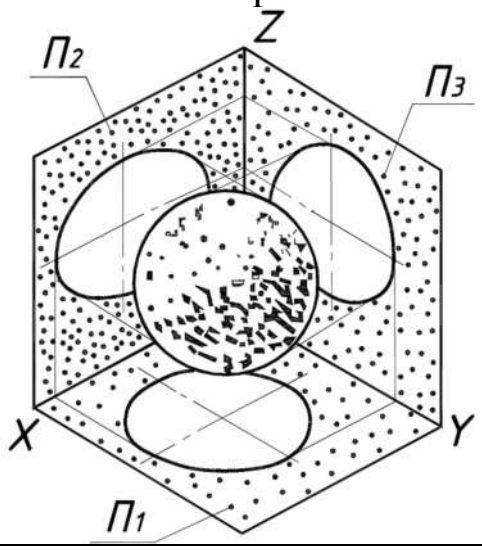
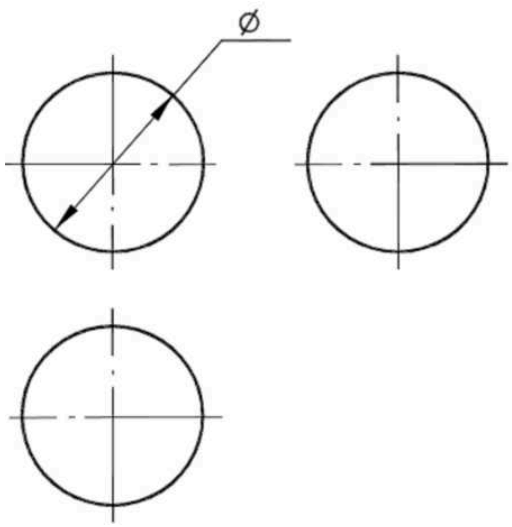
Проецирование геометрических тел

Наименование и аксонометрическая проекция тела	Чертеж	Минимальное количество изображений
1	2	3
Прямая призма 		2
Правильная шестиугольная призма 		2
Правильная пятиугольная призма 		2

Продолжение табл. 4

1	2	3
Правильная четырехугольная призма 		2
Правильная треугольная пирамида 		2
Правильная четырехугольная пирамида 		2

Продолжение табл. 4

1	2	3
Цилиндр 		1
Конус 		1
Шар 		1

Простановку размеров детали начинают с мысленного расчленения ее поверхности на элементарные. Затем наносят размеры этих поверхностей и размеры, определяющие их взаимное положение.

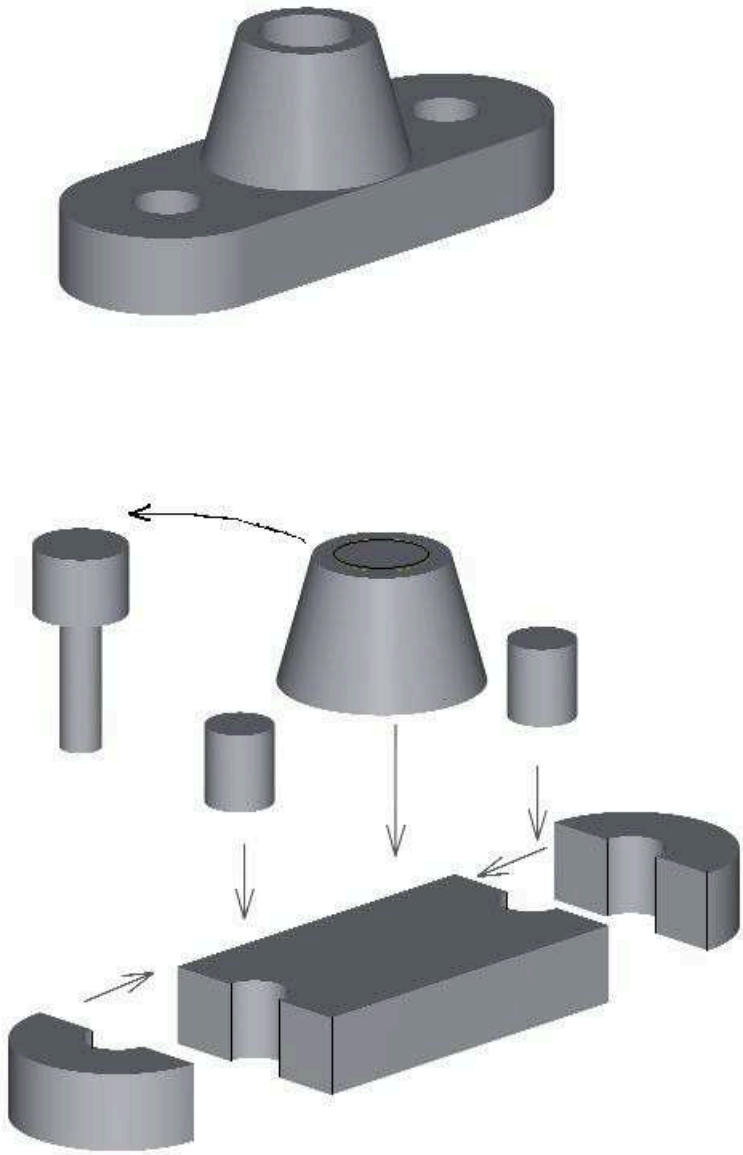


Рис. 32

На рисунке 32, *а* дано изображение опоры. Какова ее форма? Она слагается из прямой призмы, двух полуцилиндров, усеченного конуса, а также в детали имеется ступенчатое цилиндрическое отверстие и два сквозных отверстия в основании детали (рис. 32, *б*). После такого «расчленения» форму детали определить легче, а, следовательно, и размеры проставить проще.

Мысленное расчленение предмета на составляющие его геометрические тела называется *анализом геометрической формы*.

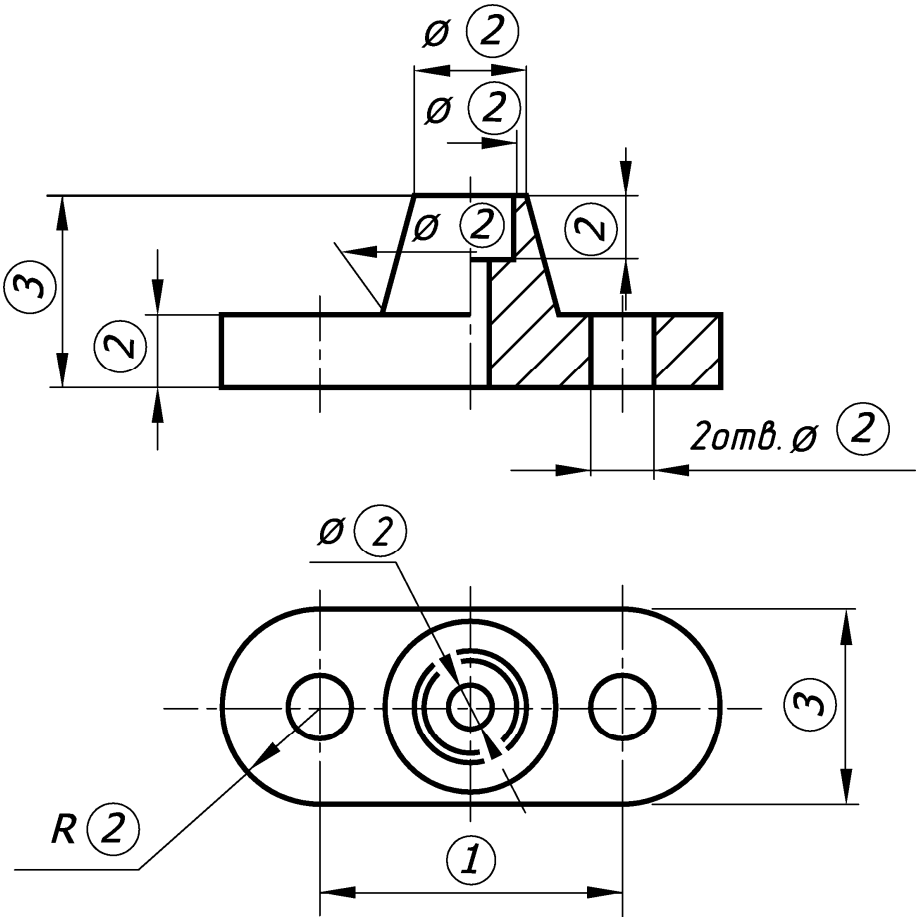


Рис. 33

На рисунке 33 приведен чертеж данной детали. На месте главного изображения дана половина вида (выполняется слева от оси) и половина фронтального разреза (справа от оси).

Размеры рекомендуется проставлять в следующей последовательности:

1. *координирующие размеры* (межцентровые расстояния; размеры, определяющие взаимное положение поверхностей и др., см. размер 1 на рис. 33);
2. *элементные размеры* (размеры элементарных поверхностей, выявленных при мысленном расчленении детали на простые геометрические тела, см. табл. 4, на рис. 33 размеры 2);
3. *габаритные размеры* (определяющие предельные очертания детали, на рис. 33 размеры 3).

Необходимо помнить, что размерная цепь не должна быть

замкнутой.

Для деталей или их элементов, ограниченных поверхностями вращения, *размеры диаметров* предпочтительно наносить на изображениях, полученных проецированием *на плоскости, параллельные осям поверхностей.* Положение же *самих осей* желательно задать на том изображении, где ось проецируется *в точки* (рис. 33, 34, *а*).

Размеры, относящиеся к *одному и тому же элементу* детали (например, для отверстий, пазов, выступов), рекомендуется *группировать в одном месте*, располагая их на том изображении, где геометрическая форма данного элемента выявлена наиболее полно (рис. 34). Так размеры отверстий, их количество проставляют на разрезе (рис. 33, 34, *а*, 35, *а*).

Если элемент детали показан на нескольких изображениях с одинаковой ясностью, то при наличии места размер предпочтительно задать на главном изображении.

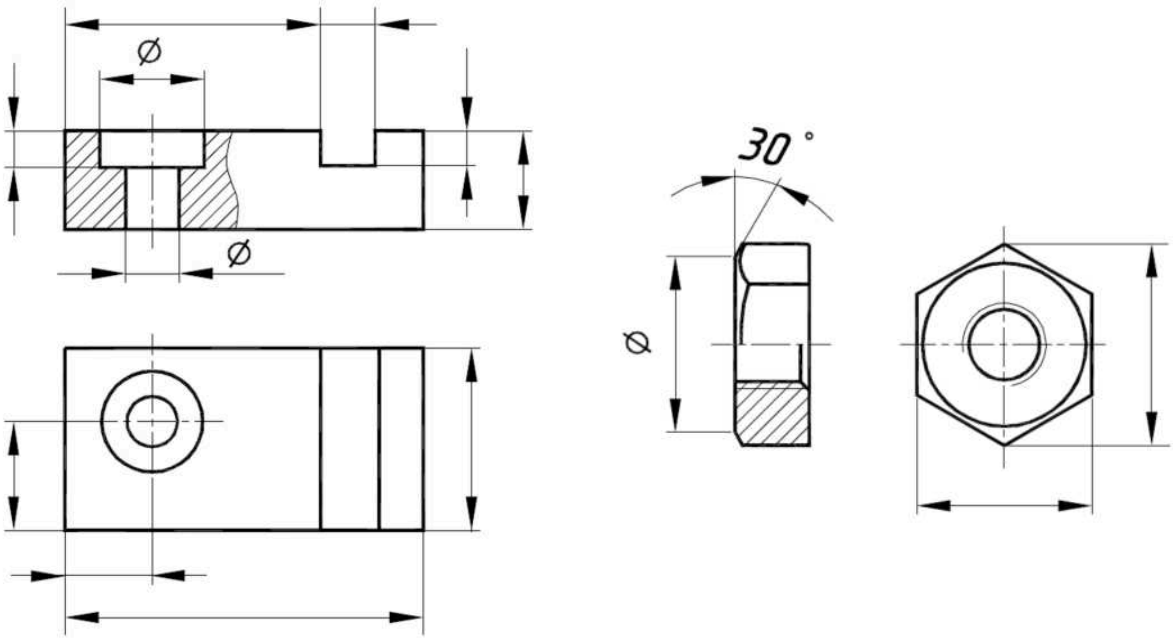
На изображении, представляющем собой соединение вида и разреза, размеры, относящиеся к наружным и внутренним очертаниям детали, рекомендуется группировать по разные стороны изображения, т. е. *внешние размеры - на части вида, внутренние - на части разреза* (рис. 33).

При нанесении размеров отверстий, равномерно расположенных на окружности (рис. 35, *а*) указывают диаметр этой окружности и на разрезе *количество этих отверстий и их диаметр*. На изображении, расположенном на плоскости проекций, перпендикулярной оси тела вращения (если изображено несколько концентрических окружностей), указывают только *наименьший и наибольший диаметры* (рис. 35, *б*).

На рис. 36, *а, б* приведен чертеж детали типа «вал», на котором процесс простановки размеров увязан с анализом геометрической формы.

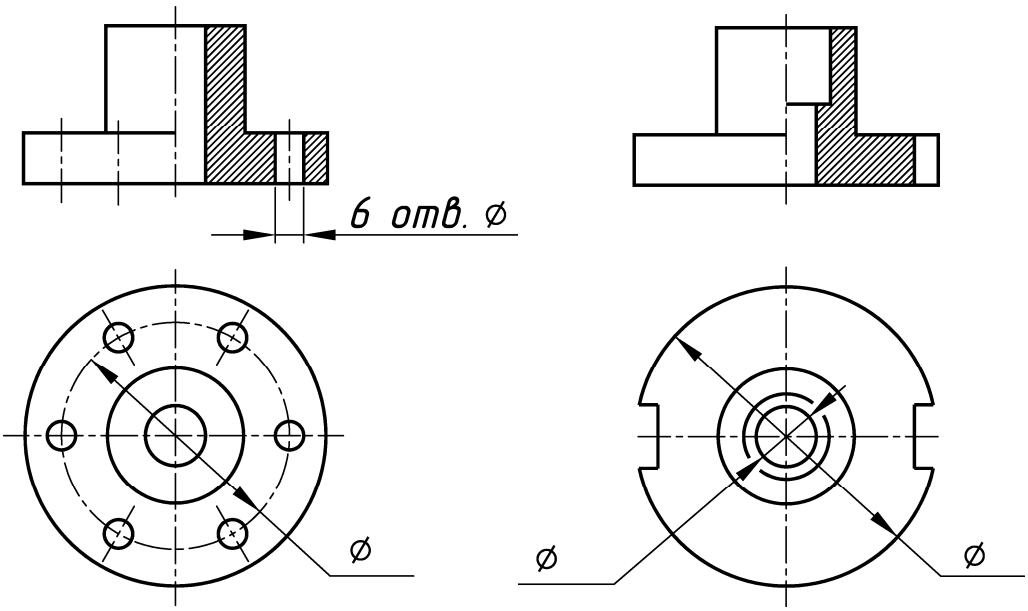
На рисунке 37 показано, как наносятся размеры конических и плоских фасок. Назначение фасок – облегчить сборку деталей, защитить кромки от повреждения, а руки рабочего от порезов. Наиболее часто встречаются фаски под углом 45°. Их размеры наносят записью *2x45°*, где *2* - высота фаски. Если вычерчиваются несколько одинаковых фасок, их размер наносят один раз с указанием ко-

личества. Размеры фасок под другими углами указывают линейным и угловым размерами.



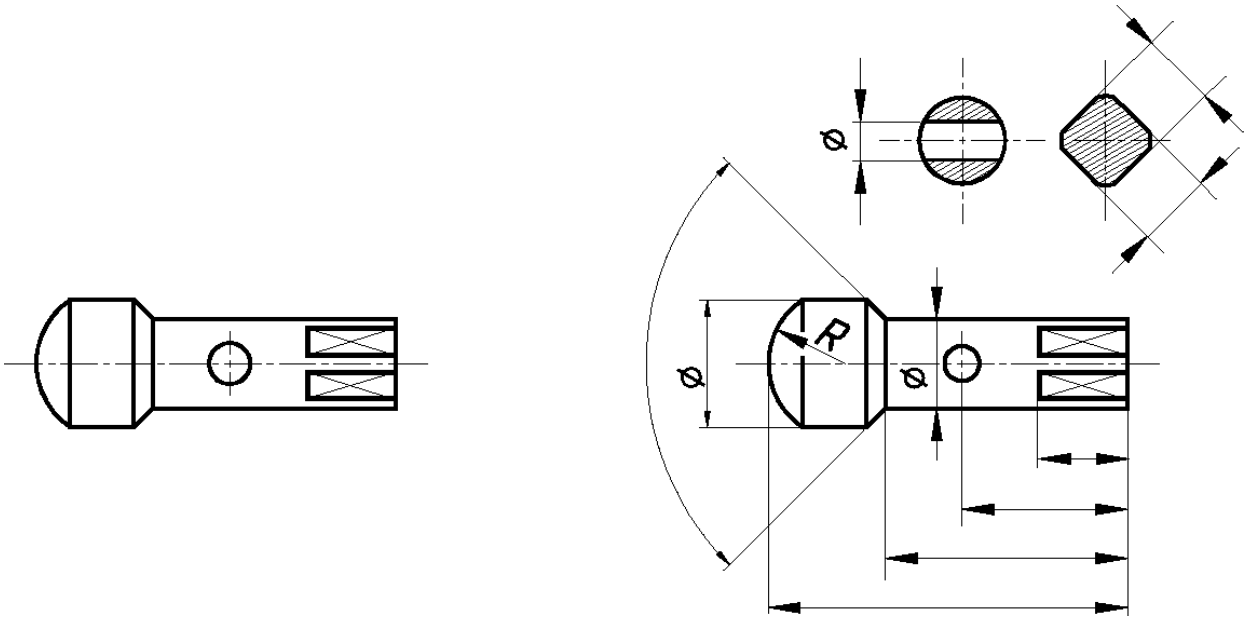
а *б*

Рис. 34



а *б*

Рис. 35



а *б*

Рис. 36

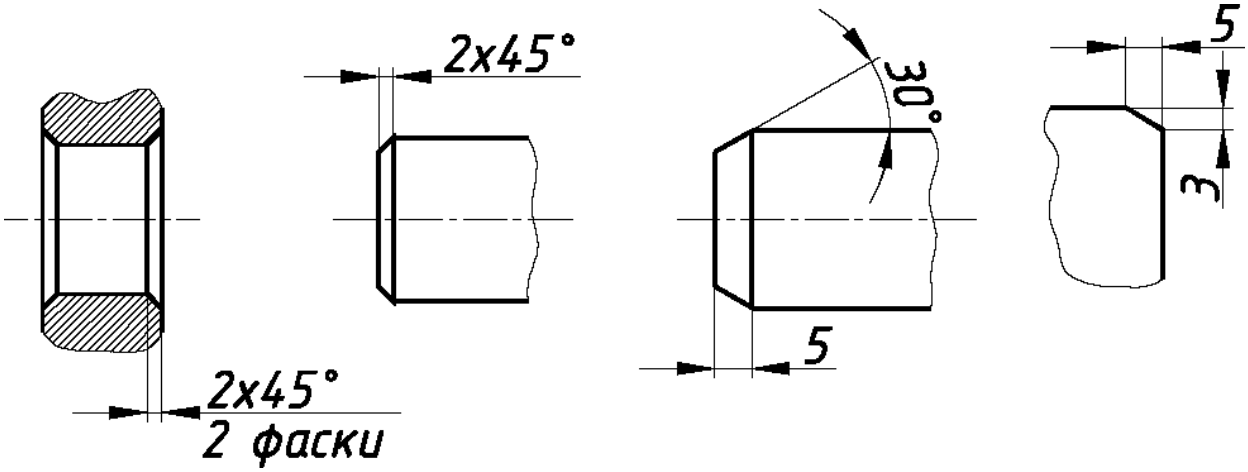


Рис. 37

Обобщая все изложенное выше, выделим основные моменты, на которые надо обратить **особое внимание** при простановке размеров.

1. На чертеже должны быть указаны все размеры, характеризующие геометрическую форму детали, всех ее элементов и их взаимное расположение (**координирующие, элементные и габаритные размеры**).
2. **Не допускается повторять размер** одного и того же элемента на различных изображениях.
3. Размеры, относящиеся к наружным формам детали, рекомендуется проставлять на тех изображениях, где эти фор-

мы более отчетливо выявлены (**внешние размеры – на части вида**).

Размеры, относящиеся к **внутренним** поверхностям следует наносить на соответствующих **разрезах**.

4. Размеры, относящиеся к одному и тому же **элементу детали** (отверстию, выступу, пазу и т. д.) рекомендуется **концентрировать в одном месте**, располагая их на том изображении, которое дает наиболее **полное и отчетливое** представление об этом элементе.
5. Предпочтительнее наносить размеры **вне контура изображения**.
6. Если изображение дано в виде **симметричной половины, то размер указывают полный**, а размерную линию проводят с обрывом и **обрыв делают дальше оси симметрии**.

На чертежах листов «Построение изображений» размеры нужно наносить только после выполнения вида слева или профильного разреза. Простановку размеров на бланке задания принимать за образец и копировать не следует.

3.2.7. Аксонометрические проекции

Метод прямоугольного проецирования на несколько плоскостей проекций, обладая многими достоинствами, имеет и недостаток: изображения не обладают достаточной наглядностью. В качестве более наглядных изображений применяют аксонометрические проекции, представляющие собой проекцию объекта вместе с системой трех взаимно перпендикулярных осей координат, к которым он отнесен в пространстве, на некоторую плоскость, называемую плоскостью аксонометрических проекций (картинной плоскостью).

Аксонометрические проекции устанавливает ГОСТ 2.317-69. При выполнении учебных заданий рекомендуется применять **прямоугольные изометрическую и диметрическую проекции**.

Положение аксонометрических осей, а также линий штриховки сечений в аксонометрических проекциях для изометрической проекции приведено на рисунке 38.

Коэффициент искажения по осям X, Y, Z принимаем равным 1.

Положение аксонометрических осей, а также линий штриховки сечений в аксонометрических проекциях для диметрической

проекции приведено на рисунке 39.

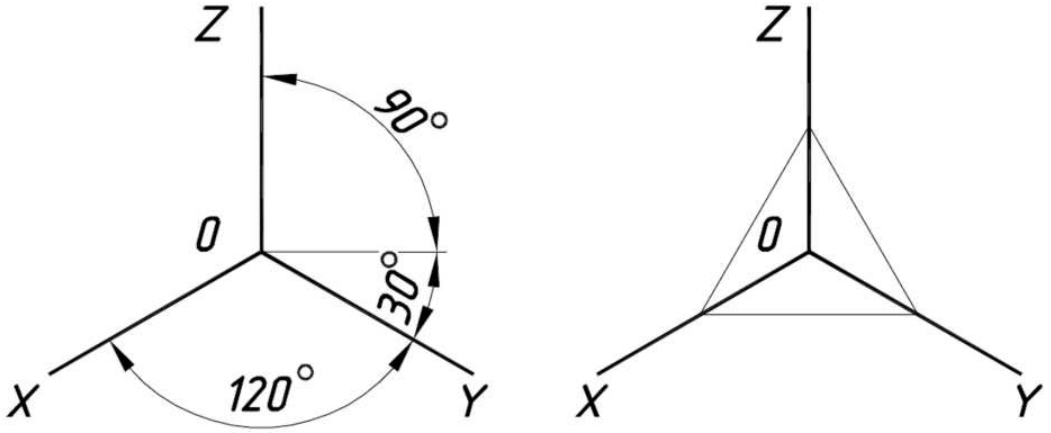


Рис. 38

Диметрическую проекцию, как правило, выполняют без искажения по осям X и Z и с коэффициентом искажения 0,5 по оси Y.

Примечание: *при построении этих аксонометрических знаков оси обводят линией толщиной 0,5 мм, а выносные, размерные и линии штриховки - толщиной 0,3 мм. Радиус дуг для угловых размеров примерно равен 25 мм.*

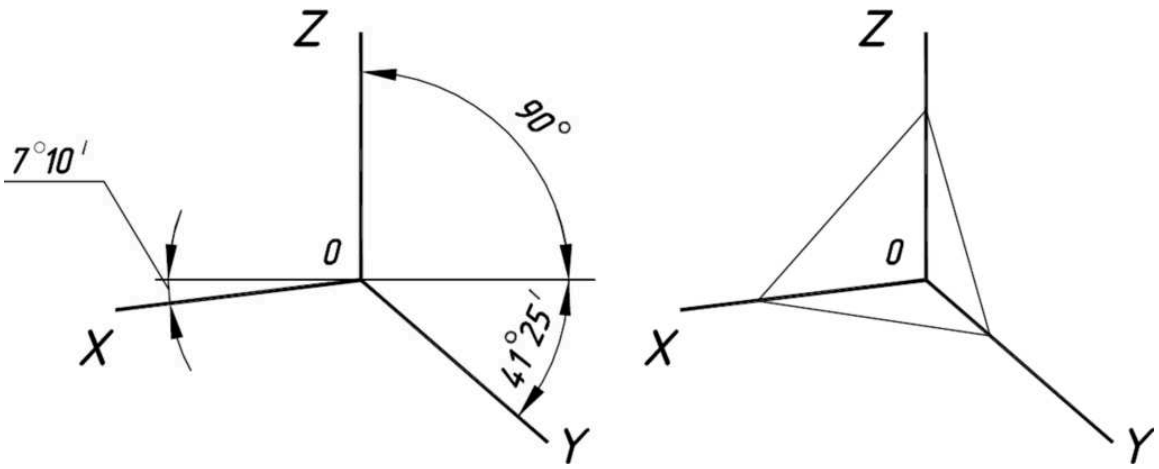


Рис. 39

На рисунке 40 показано построение аксонометрических проекций точки А по ее чертежу в изометрической и диметрической проекциях (использована аксонометрическая координатная ломаная линия).

На рисунке 41 показано построение изометрической проекции плоской фигуры – шестиугольника.

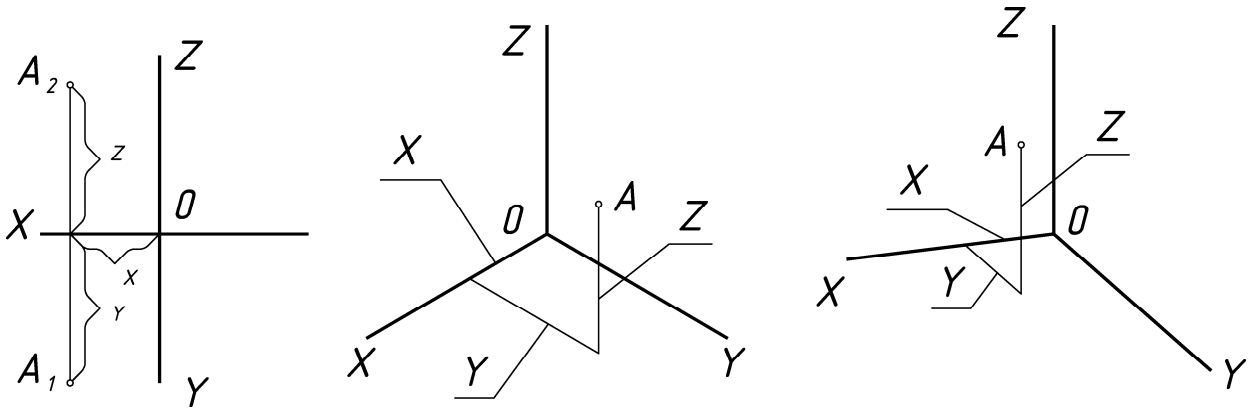


Рис. 40

На рисунке 42 *а, б* показано построение аксонометрической проекции квадрата в диметрии. Следует обратить внимание на то, что прямые правильные четырехугольные призмы в изометрии теряют наглядность.

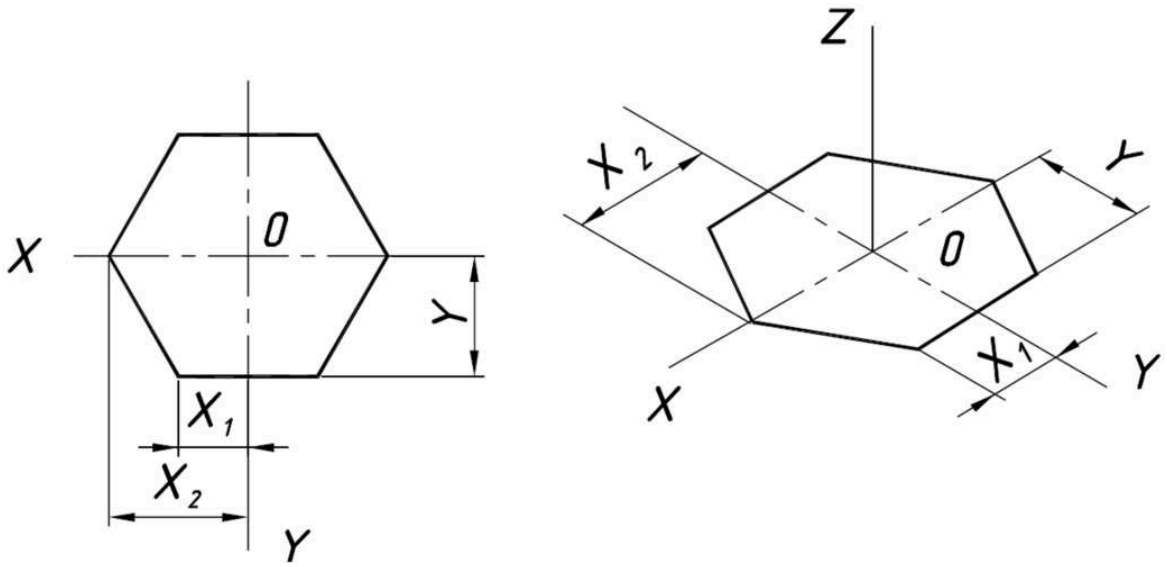


Рис. 41

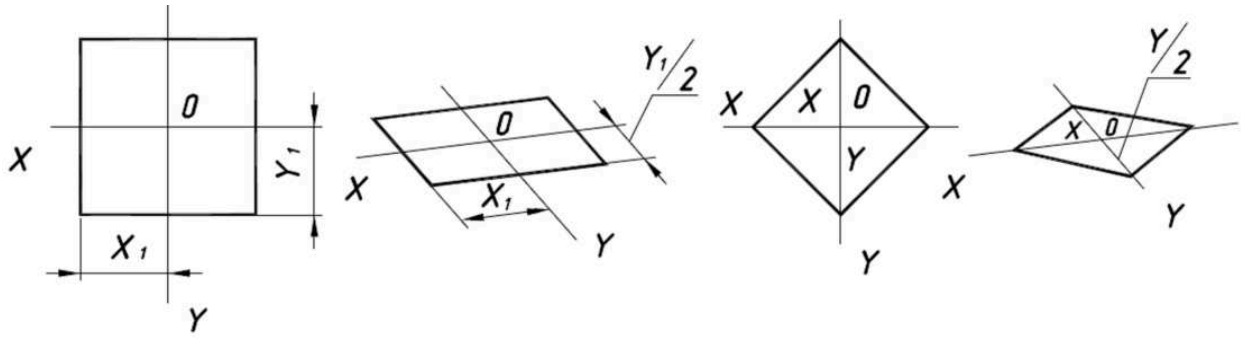
Рассмотрим построение эллипсов - проекций окружностей, расположенных параллельно плоскостям проекций.

В изометрической проекции большая ось эллипсов 1, 2, 3 (см. рис. 43) равна 1,22, а малая ось - 0,71 диаметра окружности.

1 - эллипс (большая ось расположена под углом 90° к оси Y);

2 - эллипс (большая ось расположена под углом 90° к оси Z);

3 - эллипс (большая ось расположена под углом 90° к оси X).



а *б*

Рис. 42

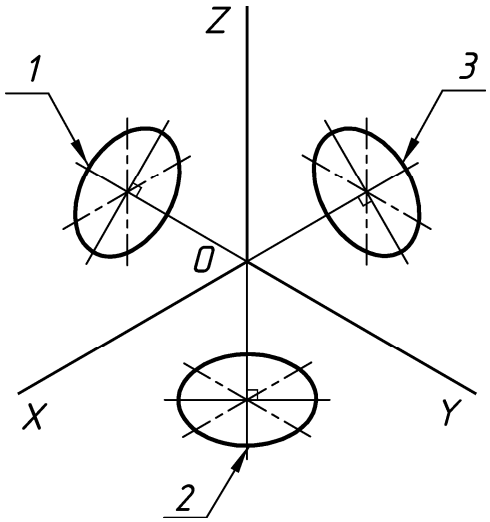


Рис. 43

На рисунке 44 показано построение четырехцентрового овала, приближенно заменяющего изометрическую проекцию окружности. Построения даны для плоскости XOY. Строят овал с осями, равными осям эллипса (большая ось $AB=1,22\ D_{окр}$, малая ось $CD=0,71\ D_{окр}$.). Из точки O описывают две окружности радиусами, равными полуосям овала. Отмечают точки $O_1O_2O_3O_4$ -центры сопряженных дуг окружностей, из которых и состоит овал.

В диметрической проекции большая ось эллипсов 1, 2, 3 (рис. 45) равна 1,06 диаметра окружности, а малая ось эллипса 1 - 0,95 и эллипсов 2 и 3 - 0,35 диаметра окружности.

1 - эллипс (большая ось расположена под углом 90 к оси Y);

2 - эллипс (большая ось расположена под углом 90 к оси Z);

3 - эллипс (большая ось расположена под углом 90 к оси X).

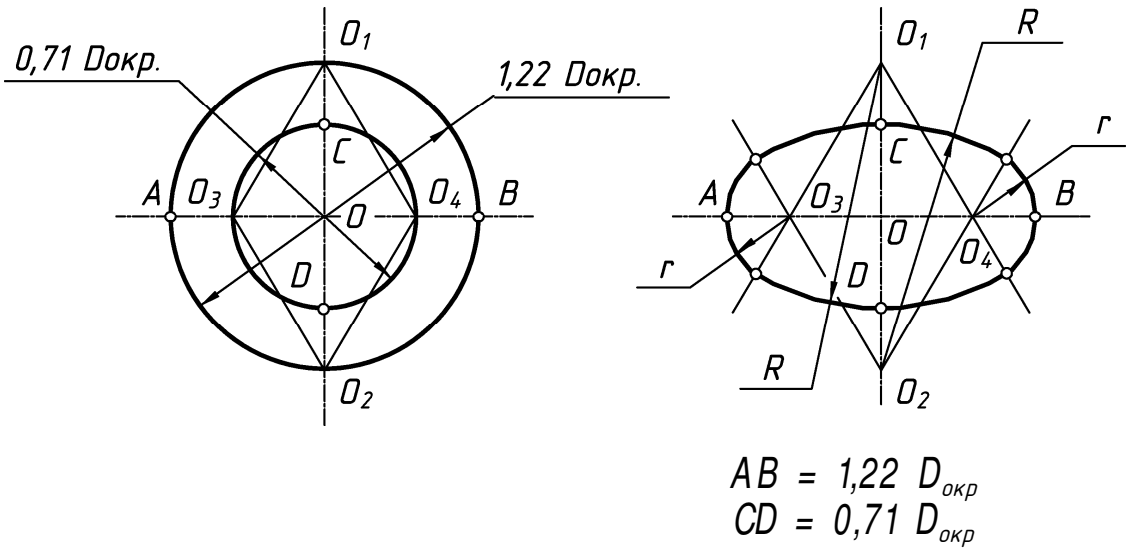


Рис. 44

На рисунке 46 показано построение овала, приближенно заменяющего диметрическую проекцию окружности, расположенной в плоскости XOY. Строят овал с осями, равными соответствующим осям эллипса (большая ось $AB=1,06\ D_{окр}$, малая ось $CD=0,35\ D_{окр}$). Откладывают большую и малую оси овала. Далее находят центры (точки O_1,O_2 и O_3,O_4) сопряженных дуг окружностей, из которых состоит овал.

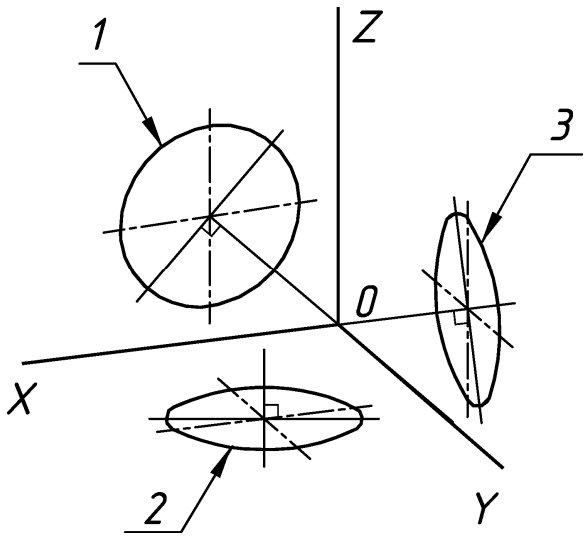


Рис. 45

На рисунке 47 показано построение овала, приближенно заменяющего диметрическую проекцию окружности, расположенной в плоскости XOZ. Строят овал с осями, равными соответст-

вующим осям эллипса (большая ось $AB=1,06\ D_{окр}$, малая ось $CD=0,94\ D_{окр}$).

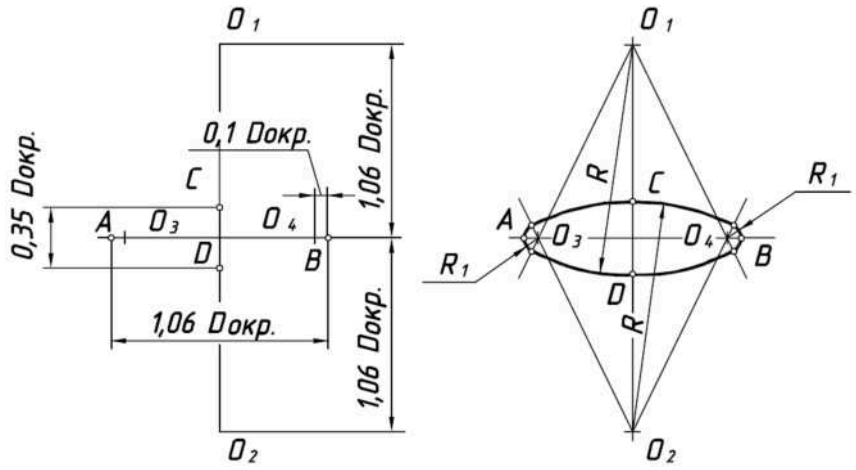
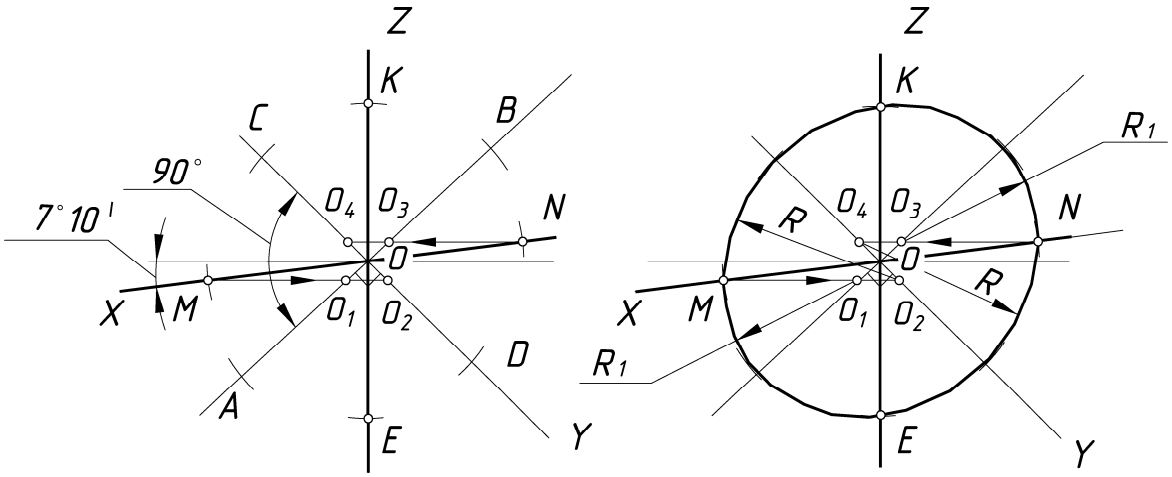


Рис. 46

Проводят оси диметрической проекции X, Y и Z, затем через точку O – прямую, перпендикулярную к оси Y, и на ней откладывают большую ось эллипса AB. Малую ось эллипса CD откладывают на оси Y. Отрезки $OM=ON=OK=OE$ равны радиусу данной окружности. Точки M, N, K и E будут точками соединения дуг овала. Точки O_1, O_2, O_3 и O_4 будут центрами дуг окружностей, из которых состоит овал. Эти центры расположены на расстоянии примерно равном $0,94\ D_{окр}$ от точки O.



$$AB = 1,06\ D_{окр}$$
$$CD = 0,94\ D_{окр}$$

Рис. 47

Перед построением аксонометрической проекции детали не-

обходимо выбрать вид аксонометрии, влияющий на степень наглядности аксонометрии и простоту ее выполнения.

При выполнении аксонометрических изображений сложных деталей, имеющих внутренние полости, для выявления внутреннего устройства детали применяют разрезы. Их осуществляют двумя или тремя плоскостями, каждую из которых располагают параллельно координатной плоскости. Чаще всего секущие плоскости совпадают с плоскостями симметрии детали и соответствуют плоскостям разрезов, выполненных на чертеже. Обычно удаляют одну четвертую часть детали. Угол, образованный секущими плоскостями, всегда должен быть видимым.

Если секущая плоскость проходит через ребра жесткости, сплошные выступы, тонкие стенки и подобные элементы, то сечения этих элементов деталей всегда покрывают штриховкой.

При построении аксонометрической проекции детали рекомендуется сначала выполнить разрезы на аксонометрической проекции.

На рисунке 48 показана последовательность построения изометрической проекции простой детали с вырезом ? части.

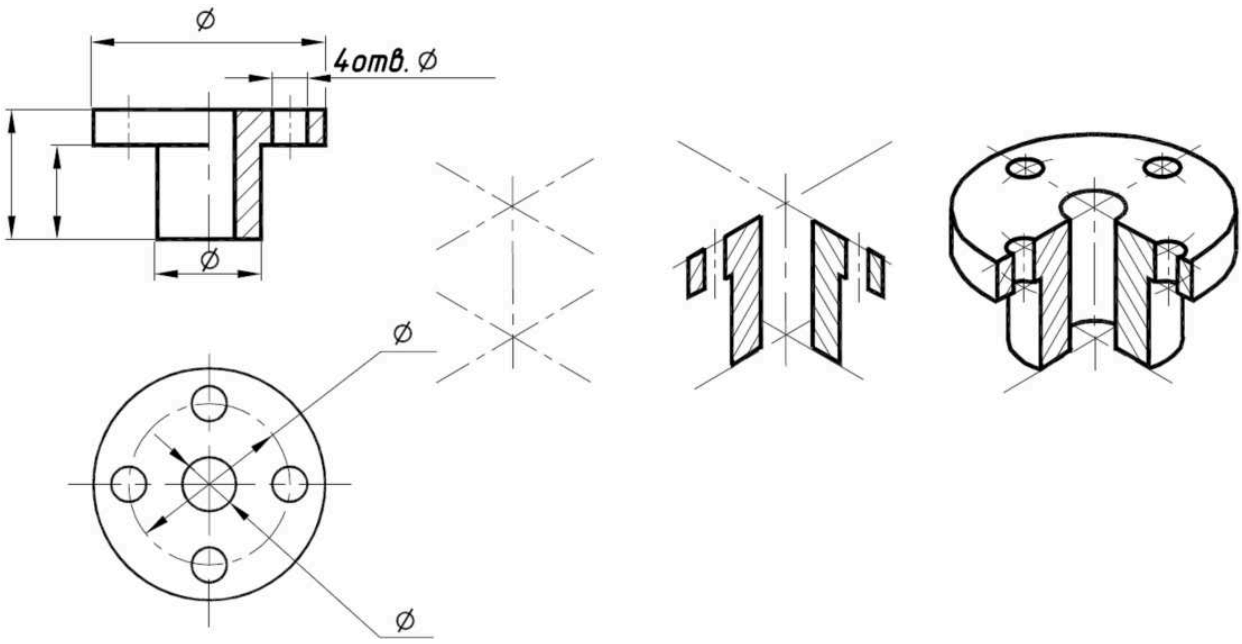


Рис. 48

3.3. Вопросы для самоконтроля

1. Сколько форматов *А4* содержится в листе формата *А1*?
2. Чем определяется размер шрифта?
3. Чему равна высота строчных букв по сравнению с прописными?
4. Какого начертания и какой толщины проводят линии осевые, центровые, выносные, размерные и невидимого контура?
5. Как обозначают центровые линии окружности небольшого диаметра (менее 12 мм)?
6. В каких единицах измерения проставляют размерные числа на чертежах?
7. На каком расстоянии от контура рекомендуется проводить размерные линии?
8. В каких случаях стрелку размерной линии заменяют точкой или штрихом?
9. В каких случаях проставляют знак диаметра ⌀ ?
10. Какие проставляют размеры при выполнении чертежа в масштабе, отличном от *1:1* ?
11. Перечислите названия шести основных видов и укажите, как их располагают на чертеже.
12. Что называется главным видом?
13. Когда на чертеже делают надписи названий основных видов?
14. Какой вид называется дополнительным? Как он обозначается на чертеже?
15. Какой вид называется местным?
16. Что такое разрез?
17. Для какой цели применяют разрезы?
18. Что такое полный разрез, простой и сложный разрезы?
19. Какой разрез называется горизонтальным, вертикальным, наклонным?
20. Какие бывают вертикальные разрезы?
21. Где могут быть расположены горизонтальный, фронтальный и профильный разрезы?
22. В каком случае можно соединить половину вида с половиной разреза?

23. При соединении половины вида и половины разреза как следует выявлять внешнее или внутреннее ребро, совпавшее с осью симметрии?
24. Как обозначаются простые разрезы?
25. Каковы соотношения размеров стрелки, указывающей направление взгляда при выполнении сечения и разреза?
26. Какой простой разрез можно не обозначать?
27. Что такое сложный разрез?
28. Какие разрезы называются ступенчатыми, ломаными?
29. Что такое «местный» разрез?
30. Что такое сечение?
31. Как обозначают сечения?
32. Как проводят секущие плоскости при образовании разрезов на аксонометрических проекциях?
33. Как направляются линии штриховки сечений на аксонометрических проекциях?

Таблица 5

Основные ссылочные нормативные документы, используемые в пособии

№ п/п	Обозначение документа, на который дана ссылка	Стр.
1	ГОСТ 2.101-68 ЕСКД. Виды изделий	8
2	ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи	9
3	ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы	6, 7, 8
4	ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы	7, 10
5	ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии	7, 10
6	ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные	7,13, 15
7	ГОСТ 2.305-68 ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.	6, 7, 16, 20, 50
8	ГОСТ 2.306-68 ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах	7
9	ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений	7, 24
10	ГОСТ 2.317-69 ЕСКД. Аксонометрические проекции	41

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ И НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Задание состоит из 5 задач (см. раздел 1). Задачи следует решать в том порядке, в каком они пронумерованы. Это обеспечит постепенный переход от простого к более сложному и поэтапность проработки материала. Каждую последующую задачу студент предъявляет преподавателю только после выполнения и защиты предыдущей.

Работа над каждой задачей складывается из следующих этапов.

1. **Прочитать чертеж-задание**, т.е. понять, из каких геометрических тел составлена заданная фигура, какими поверхностями она ограничена, какими размерами определяется каждый из ее элементов.

2. **Вычертить две заданные проекции** по указанным размерам и построить третью.

3. **Выполнить необходимые разрезы (кроме задачи 1)** для выявления внутренних полостей фигуры, предварительно проработав соответствующие разделы ГОСТ 2.305-68.

4. **В задаче 4 построить сечение фигуры** наклонной проецирующей плоскостью. **В задачах 4 и 5 выполнить аксонометрические проекции с вырезом ? части.**

5. По заданию преподавателя **построить недостающие проекции** (в том числе и аксонометрические) **различных элементов** (точек, линий), принадлежащих поверхностям фигуры.

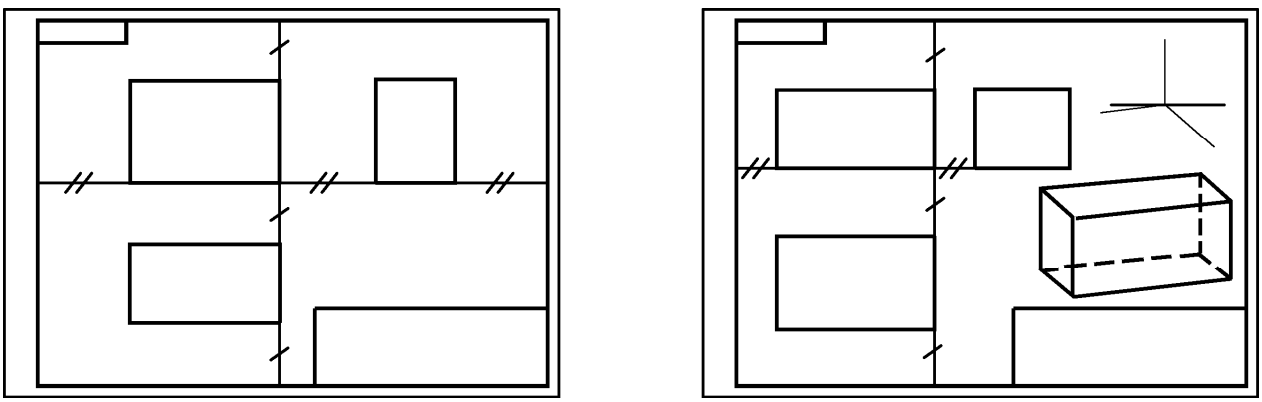
Выполнение задач рекомендуется начать с нанесения линий **внешней и внутренней рамок чертежа**. Сразу же необходимо ограничить **место для основной надписи (55?185)**, разграфить ее;

вычертить **графу для повернутого обозначения (70?14).**

Далее необходимо **правильно скомпоновать расположение изображений на рабочем поле чертежа** (т.е. внутри рамки) формата *А3*. Габаритные размеры изображений в заданиях подобраны таким образом, чтобы их можно было выполнить в натуральную величину, т.е. в масштабе *1:1*. Выполнить компоновку листа таким образом, чтобы на рабочем поле чертежа можно было расположить проекции фигуры (детали) и нанести на них необходимые размеры.

Рекомендуется предварительно нанести тонкими линиями габаритные прямоугольники и основные оси изображений.

Для рационального использования поля чертежа нужно стремиться к тому, чтобы все изображения располагались примерно на одинаковом расстоянии как от рамки чертежа, так и между собой. С этой целью габаритные прямоугольники можно вырезать из бумаги и, перемещая их на листе, добиться наилучшего расположения изображений. На рисунке 49 показана **компоновка изображений на листе формата *А3*** (*а* – без аксонометрической проекции, *б* – с аксонометрической проекцией).



а *б*

Рис. 49

Если графическое задание выполняется в аудитории (задачи 1, 4), то лист с изображениями и проставленными размерами, выполненный тонкими линиями, предъявляется преподавателю, который, при условии правильного выполнения задания, дает письменное разрешение на обводку и окончательное оформление чертежа. Домашние графические задачи, как правило, предъявляются преподавателю в законченном виде к защите и оцениваются в баллах.

Для обводки чертежей следует применять карандаши ТМ (НВ). В циркуль вставить стержень на номер мягче – М (В). Для оформления надписей использовать карандаши М (В). Размер шрифта для размерных чисел – 5; для обозначения разрезов и секущих плоскостей – 10.

4.1. Построение проекций геометрических тел. Чтение чертежа

При всей сложности и многообразии деталей современных машин и механизмов их конфигурация представляет собой, как правило, комбинацию простых тел, ограниченных соответствующими поверхностями. Чаще всего в конструкторской практике встречаются детали, ограниченные плоскими, цилиндрическими, коническими и сферическими поверхностями. Поэтому фигуры в задании на построение изображений являются различным сочетанием призм, пирамид, цилиндров, конусов, сфер.

Каждый студент, уже сегодня готовящий себя к инженерной деятельности, должен тщательно изучить свойства этих поверхностей и выработать прочные навыки выполнения и чтения чертежей простейших геометрических тел (см. табл. 4).

Существенно важным является и умение правильно прочитать чертеж. Первый этап решения задачи – чтение проекций заданных фигур. От того, насколько правильно прочитан чертеж, т. е. понято условие задачи, зависит правильность дальнейших построений.

Прочитать чертеж фигуры – значит представить ее форму по имеющимся проекциям. Каждая проекция в отдельности позволяет лишь частично представить форму предмета, необходимо уметь находить на различных проекциях сведения, относящиеся к каждой части предмета. Затем, мысленно объединяя их, воссоздать образ пространственной фигуры.

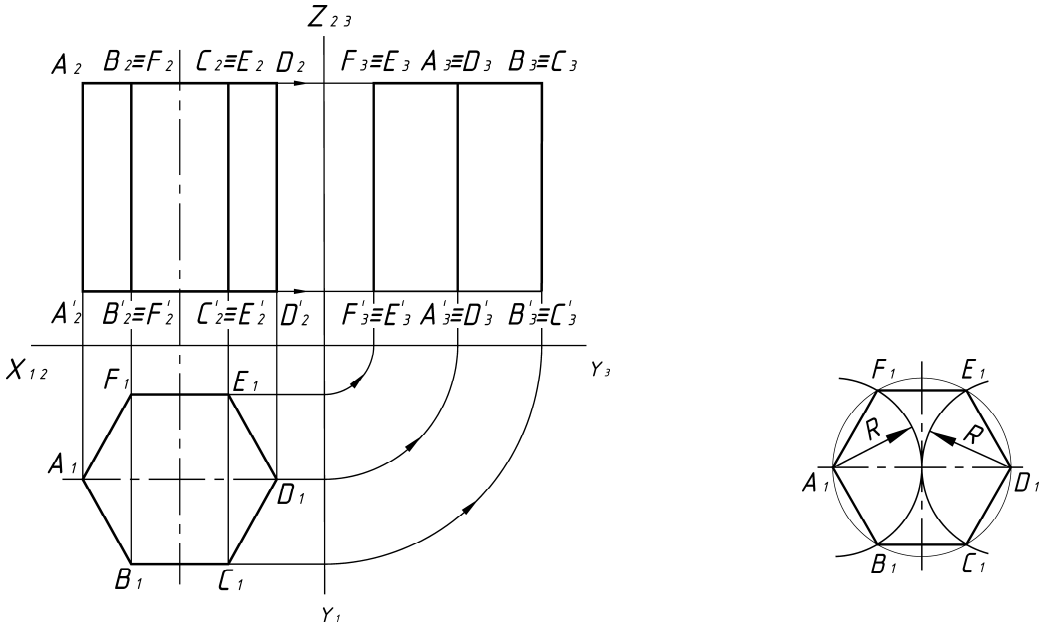
Проекция фигуры есть объединение проекций поверхностей, образующих ее форму. Чтение проекций начинают с чтения линий.

Любая линия, принадлежащая проекции фигуры, может являться либо проекцией некоторого участка поверхности (если поверхность проецируется на данную плоскость проекций), либо проекцией границы этой поверхности. Проекции поверхности могут быть ограничены очерковыми линиями (для кривых поверхностей) или линиями пересечения этой поверхности с другими.

В качестве примера проанализируем чертеж правильной шестиугольной призмы (рис. 50, *а*). Горизонтальная проекция призмы – шестиугольник $A_1B_1C_1D_1E_1F_1$, каждая из сторон которого есть проекция боковой грани – горизонтально проецирующей плоскости. Вершины шестиугольника – проекции боковых ребер. Этот же шестиугольник является одновременно проекцией верхнего и нижнего основания. Плоскости оснований призмы параллельны горизонтальной плоскости проекций, поэтому фигуры оснований призмы проецируются на плоскость $П_1$ без искажения. Фронтальная проекция призмы – прямоугольник $A_2A_2'D_2'D_2$, у которого верхняя и нижняя стороны есть проекции оснований, а боковые стороны – проекции боковых ребер AA' и DD'. На чертеже обозначены только проекции видимых точек. Можно выделить проекции каждой боковой грани призмы. Так, например, фронтальная проекция левой грани – прямоугольник $A_2A_2'B_2'B_2$, горизонтальная проекция грани – отрезок A_1B_1.

На рисунке 50, *а* показано также построение профильной проекции призмы по заданным фронтальной и горизонтальной проекциям по правилам, известным из начертательной геометрии. На рисунке 50, *б* показано деление окружности на 6 равных частей.

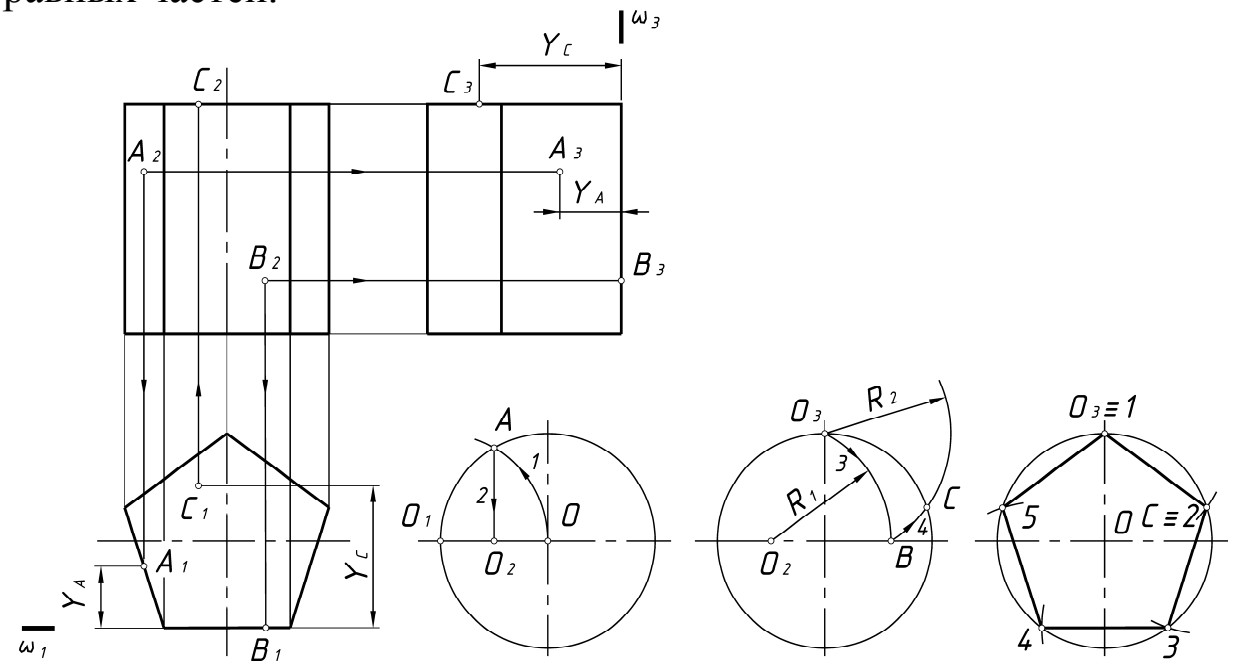
В конструкторской практике чертежи принято выполнять без указания осей проекций. В качестве плоскостей, от которых отмеряют координаты точек, применяют плоскости симметрии. Если фигура не имеет плоскости симметрии, то за координатную плоскость может быть принята любая ее грань или плоскость, параллельная плоскости проекций.



а *б*

Рис. 50

Например, при построении профильной проекции пятиугольной призмы (рис. 51, *а*) в качестве базовой координатной плоскости принята плоскость, содержащая грань, параллельную плоскости $П_2$. На чертеже обозначены ее горизонтальный и профильный следы ω_1 и ω_3. На рисунке 51, *б* показано деление окружности на 5 равных частей.



а *б*

Рис. 51

При выполнении чертежей часто возникает необходимость построения проекций точек или линий, принадлежащих поверхности фигуры при условии, что положение одной из проекций элемента определено (рис. 51, *а*).

Построение недостающих проекций точки упрощается, если поверхность, которой она принадлежит, занимает проецирующее положение по отношению к какой-либо плоскости проекций. Поэтому прежде, чем выполнить построения для нахождения недостающих проекций точки, заданной на чертеже одной своей проекцией, следует:

1 – определить вид поверхности, которой принадлежит точка;
2 – найти проекции этой поверхности на всех проекциях фигуры;
3 – решить, является ли эта поверхность проецирующей (она проецируется в линию на соответствующую плоскость проекций);
4 – если поверхность проецирующая, использовать это свойство поверхности; если поверхность непроецирующая – использовать вспомогательную линию.

На рисунке 52 дан чертеж правильной шестиугольной пирамиды, основание которой параллельно $П_1$. Показано построение недостающих проекций точки M (задана M_2), принадлежащей профильно-проецирующей грани, а также точке N (с помощью горизонтали и прямой SL).

Рисунок 53 содержит три проекции прямого кругового цилиндра, ось которого перпендикулярна $П_1$. Горизонтальная проекция цилиндрической поверхности есть окружность, так как поверхность – проецирующая по отношению к $П_1$. Эта окружность ограничивает круг, являющийся проекцией оснований цилиндра. Фронтальная проекция цилиндра – прямоугольник, верхние стороны которого есть проекции оснований, а боковые стороны – проекции образующих A_2A_2' и B_2B_2', являющихся очерковыми на $П_2$. Очерк профильной проекции цилиндра – проекции образующих CC' и DD' цилиндра. На рисунке показано построение проекций точки M цилиндрической поверхности и точки N верхнего основания.

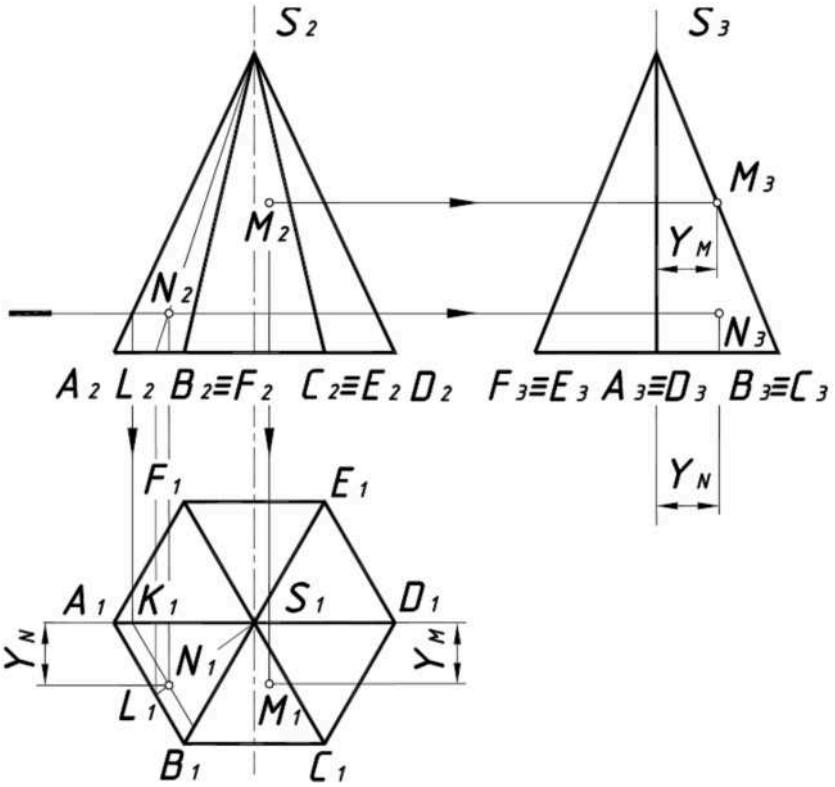

S2
S3
M3
M2
YM
N2
N3
A2 L2 B2≡F2 C2≡E2 D2
F3≡E3 A3≡D3 B3≡C3
YN
F1
E1
A1
K1
S1
D1
YN
YM
N1
L1
M1
B1
C1

Рис. 52

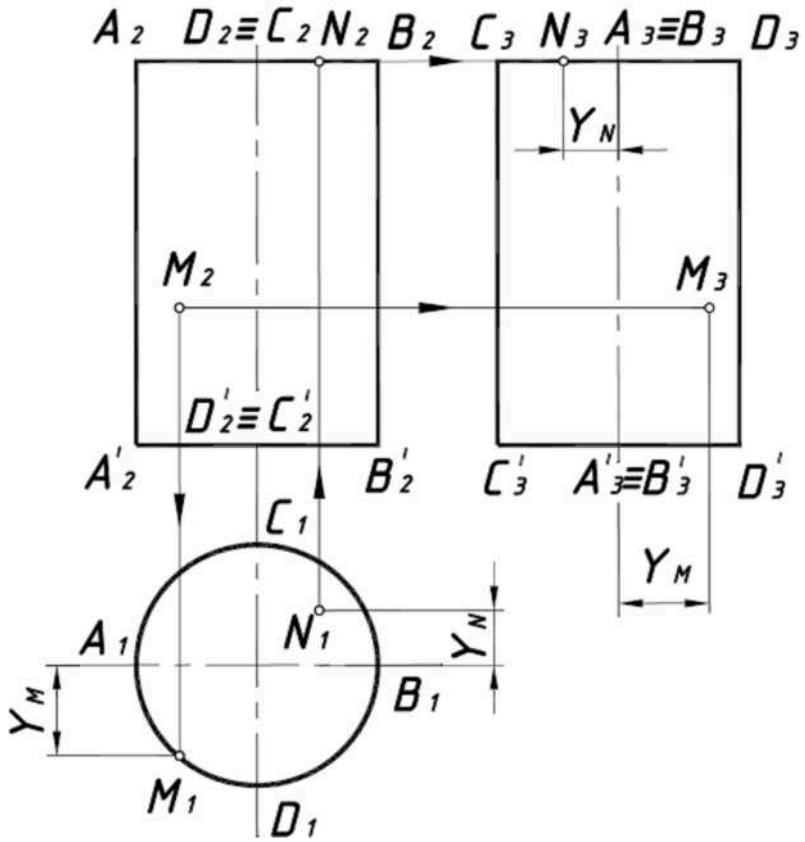

A2 D2≡C2 N2 B2 C3 N3 A3≡B3 D3
YN
M2
M3
D'2≡C'2
A'2
B'2
C'3
A'3≡B'3
D'3
C1
YM
A1
N1
YN
B1
YM
M1
D1

Рис. 53

На рисунке 54 даны три проекции прямого кругового конуса. Горизонтальная проекция поверхности прямого конуса с осью, перпендикулярной $П_1$, есть круг, являющийся одновременно и проекцией основания конуса. Центр круга – горизонтальная проекция вершины конуса. Фронтальная и профильная проекции конуса – равнобедренные треугольники. Боковые стороны треугольника (фронтальной проекции конуса) есть проекции образующих SA и SC конуса, параллельных плоскости $П_2$. При проецировании на профильную плоскость проекций очерковыми являются образующие SB и SD, лежащие в плоскости, параллельной $П_3$.

Для построения недостающих проекций точек, принадлежащих поверхности конуса, необходимо введение вспомогательных линий, так как коническая поверхность проецирующими свойствами не обладает. При этом следует использовать простейшие линии – образующие конуса (например SK) и окружности (например l), проекции которых можно легко построить.

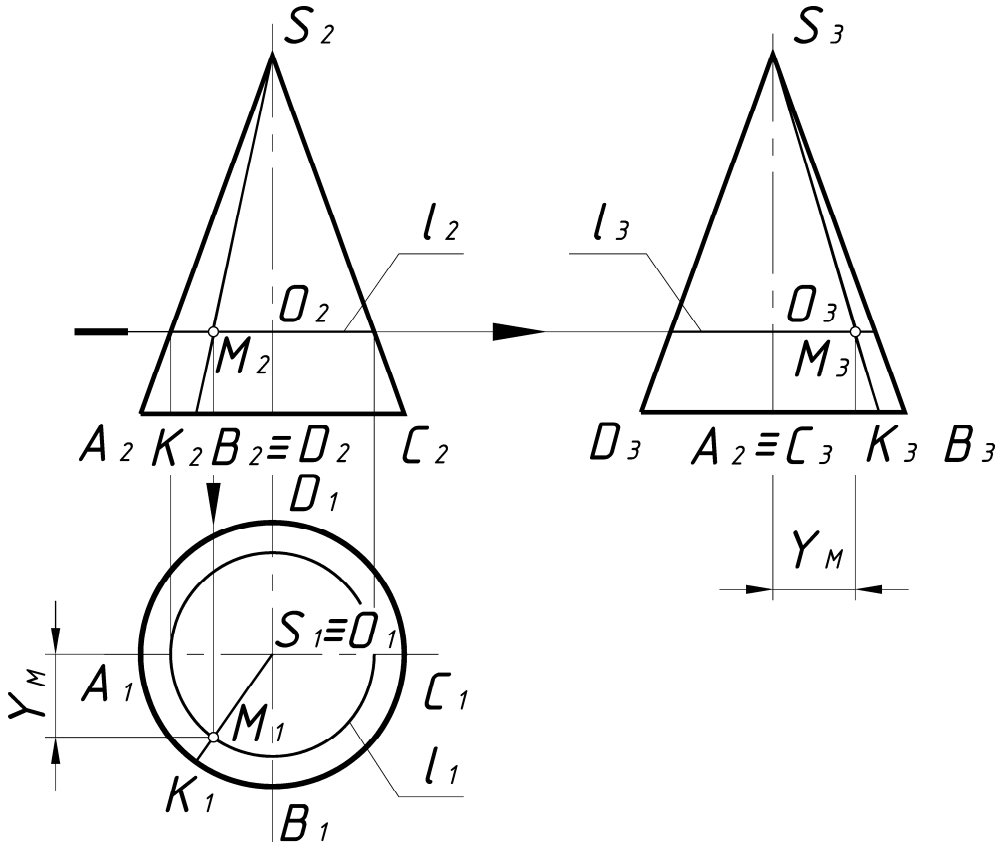


Рис. 54

Рассмотрим чертеж шара (рис. 55). Проекция шара на любую плоскость есть круг, радиус которого равен радиусу шара.

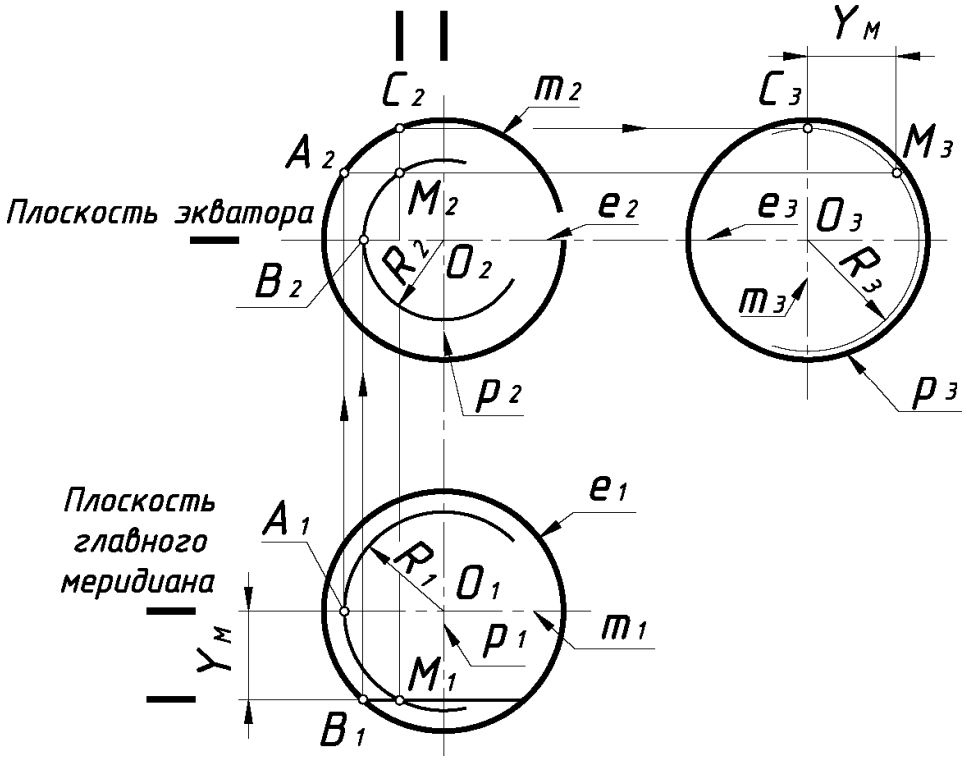


Рис. 55

Граница фронтальной проекции шаровой поверхности есть проекция окружности m – главного меридиана поверхности. Очерк горизонтальной проекции – проекция экватора e. Окружность p, лежащая в плоскости, проходящей через центр сферы и параллельной $П_3$, является границей профильной проекции шара. Эти линии – границы видимости точек сферы при проецировании соответственно на плоскости $П_1$, $П_2$, $П_3$.

Недостающие проекции точки, заданной на сфере, находят с помощью окружности, плоскость которой параллельна одной из плоскостей проекций. В этом случае на одну из плоскостей проекций ($П_1$, $П_2$ или $П_3$) окружность проецируется без искажения, на две другие – в отрезки прямых.

На рисунке также показаны различные варианты построения проекций точки M (задана M_1).

4.2. Построение проекций тел со сквозными отверстиями

При построении проекций фигур со сквозными отверстиями различной формы не следует пытаться представить себе фигуру и выполнить построения, опираясь на свое пространственное воображение. Недостаточно тренированное пространственное мышле-

ние, как правило, приводит к ошибкам. Выполнять построения следует по этапам, расчленяя задачу на ряд элементарных составляющих и строго соблюдая правила начертательной геометрии.

Рекомендуется придерживаться следующих этапов при решении задач.

1. Построить проекции фигуры без учета отверстия.
2. Мысленно расчленить сквозное отверстие на несколько простых поверхностей (плоскостей, цилиндрических поверхностей и др.) и построить проекции линий пересечения каждой из этих простых поверхностей, ограничивающих отверстие, с поверхностью исходной фигуры. Для этого необходимо определить, по какой линии пересекаются соответствующие поверхности между собой и какими характерными точками определяется эта линия. Необходимо также использовать преимущества проецирующих поверхностей.
3. Сформировать внутреннюю полость отверстия и построить проекции внутренних поверхностей, ограничивающих сквозное отверстие.
4. Удалить «вырезанные» сквозным отверстием части поверхностей исходной фигуры.
5. Выполнить простые разрезы.

Рассмотрим примеры построения проекций различных геометрических тел со сквозными отверстиями, имеющими форму призмы, грани которой перпендикулярны $П_2$. Фронтальная проекция граней «окна» представляет собой замкнутую ломаную линию.

На рисунке 56 выполнен чертеж правильной шестиугольной призмы со сквозным треугольным призматическим отверстием. Фронтальная проекция линии пересечения уже есть, а так как призма занимает горизонтально-проецирующее положение, то и горизонтальная проекция линии пересечения граней выреза с призмой тоже есть. Обозначим все характерные точки и строим их профильные проекции.

На рисунке 57 предыдущий чертеж дополнен горизонтально-проецирующим отверстием и выполнены простые разрезы – фрон-

тальный и профильный. На горизонтальном разрезе А-А выявлено внутреннее ребро, а на части вида слева выявлено ребро шестиугольной призмы (см. п. 3.2.5.2.).

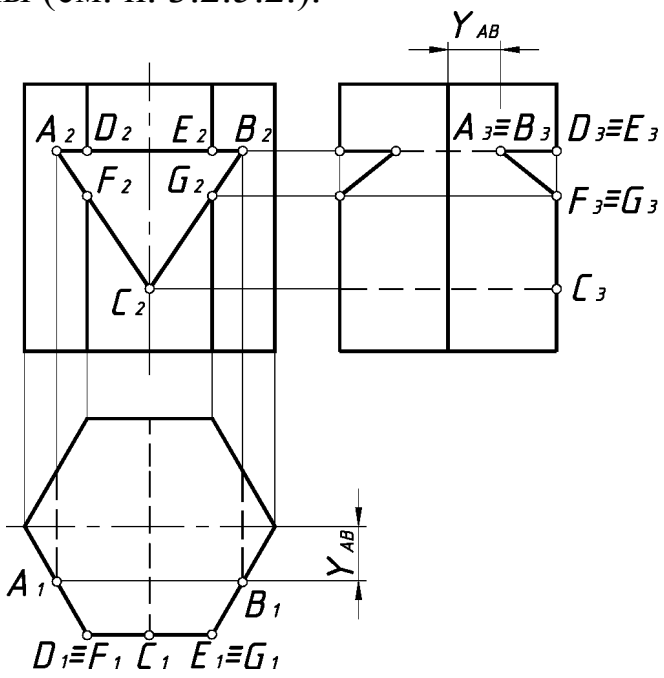


Рис. 56

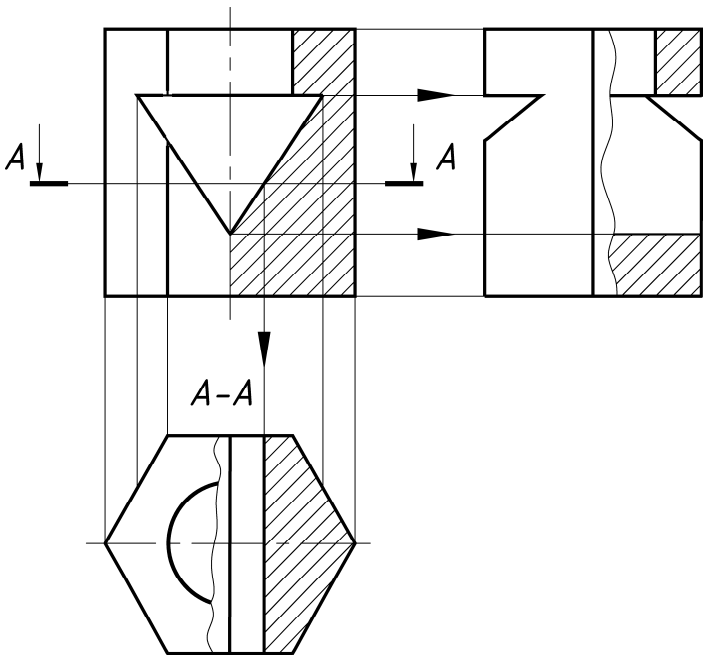


Рис. 57

На рисунке 58 показан прямой круговой цилиндр со сквозным призматическим отверстием прямоугольной формы; две грани, образующие окно, расположены горизонтально, т. е. перпендикулярно оси цилиндра и пересекают цилиндрическую поверхность

по окружностям, две другие параллельны $П_3$, т. е. параллельны оси и пересекают цилиндр по образующим. Так как цилиндр – горизонтально-проецирующий, то горизонтальная проекция линии пересечения уже есть.

На рисунке 59 предыдущий чертеж дополнен горизонтально-проецирующим отверстием и выполнены простые разрезы, а также горизонтальный разрез А-А.

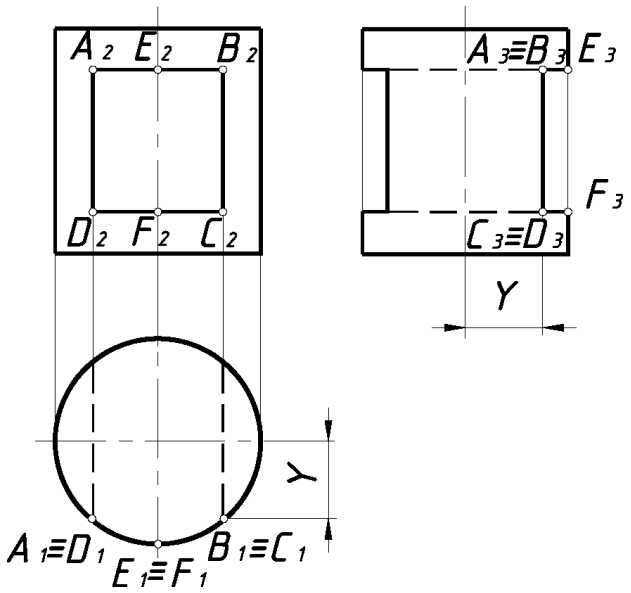


Рис. 58

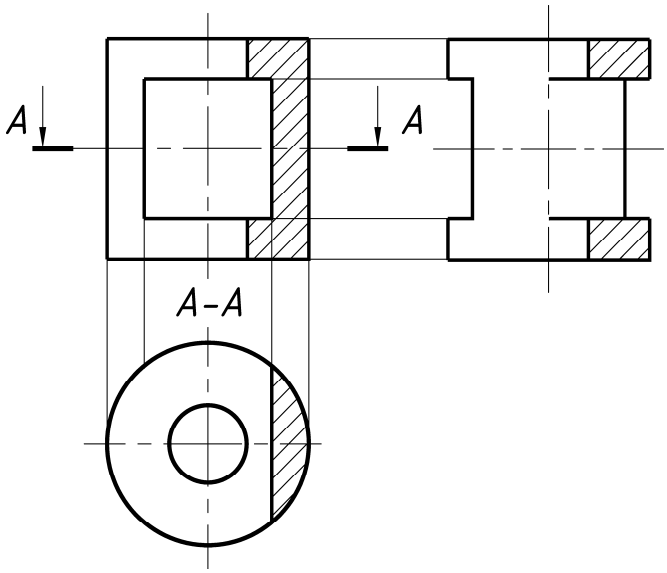


Рис. 59

На рисунке 60 приведен пример, когда две грани треугольного призматического отверстия пересекают цилиндрическую поверхность по части эллипса. Для построения профильной проекции

эллипсов необходимо воспользоваться несколькими промежуточными вспомогательными точками.

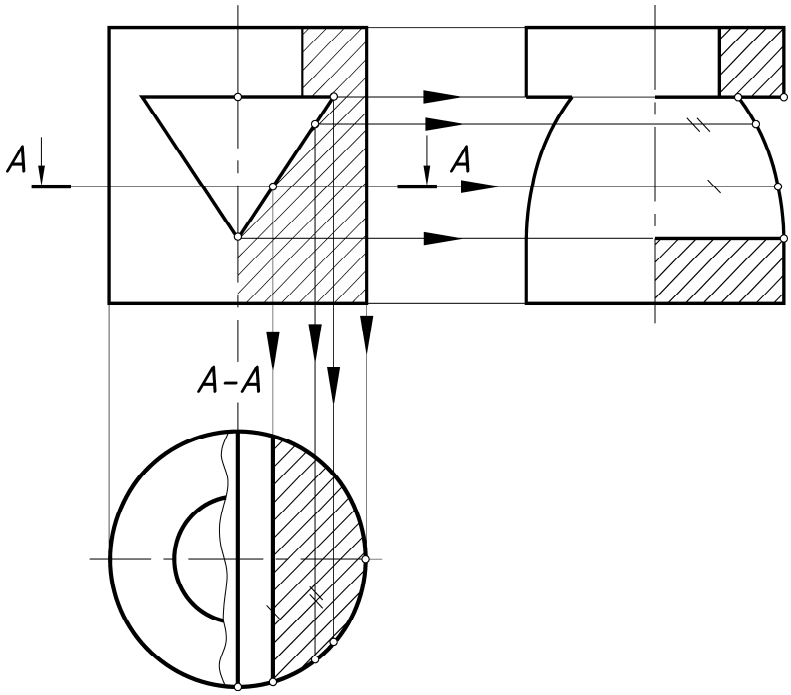


Рис. 60

На рисунке 61 показан прямой круговой конус, в котором вырезано четырехугольное призматическое отверстие, грани которого перпендикулярны $П_2$. Верхняя и нижняя грани расположены горизонтально и пересекают коническую поверхность по окружностям. Две другие грани выреза пересекают коническую поверхность по образующим.

На рисунке 62 предыдущий чертеж дополнен горизонтально-проецирующим отверстием и выполнены простые разрезы.

Сквозное призматическое отверстие может иметь любую форму и поэтому нужно внимательно оценить положение граней выреза относительно образующих конуса и его оси. Следует помнить, что если секущая плоскость параллельна одной образующей конической поверхности, то в сечении получается парабола, если двум – то гипербола (рис. 63). Если секущая плоскость пересекает все образующие – получается эллипс, для построения которого необходимо найти точки, ограничивающие большую и малую оси эллипса.

При построении линии пересечения поверхности шара с гранями призматического отверстия (рис. 64) следует помнить, что любое сечение сферы плоскостью есть окружность.

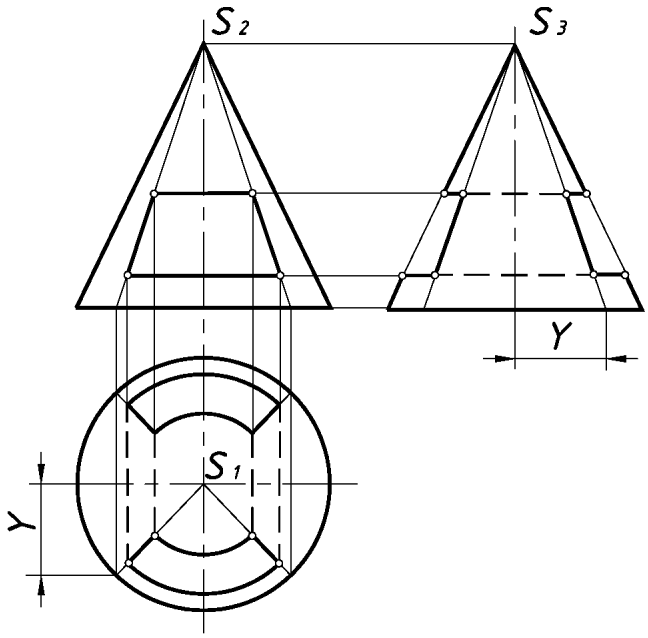


Рис. 61

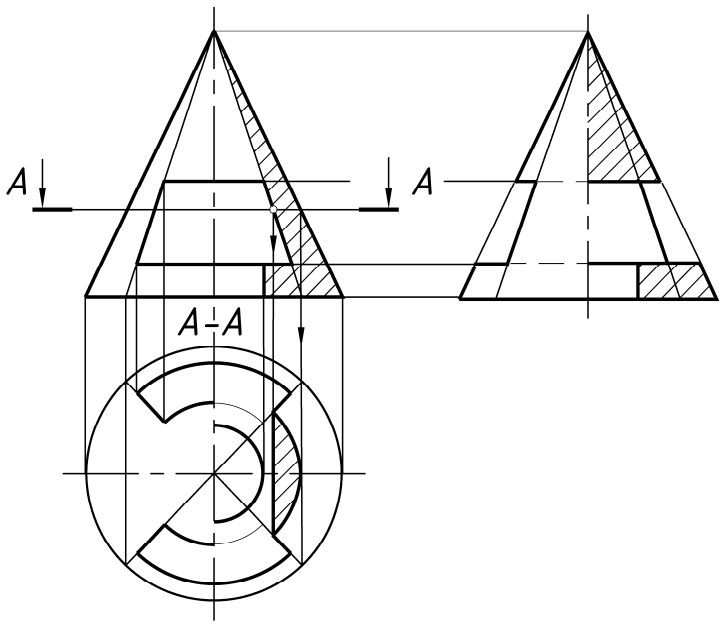


Рис. 62

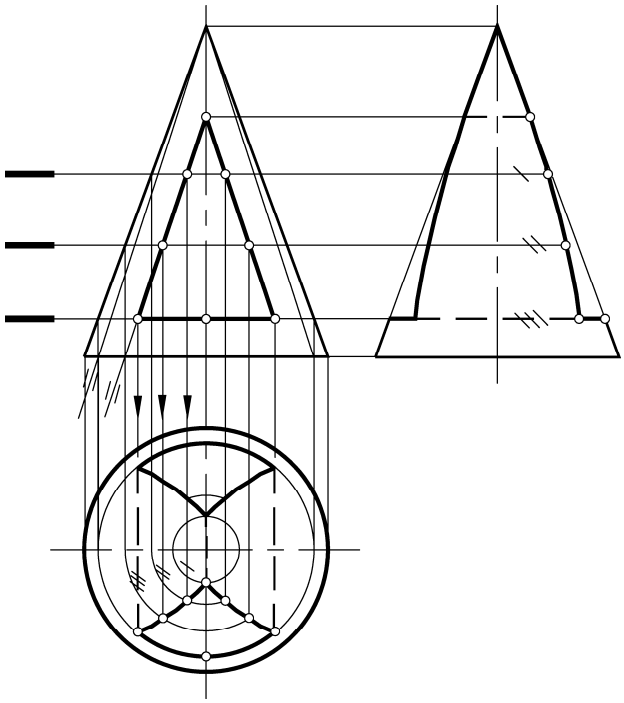


Рис. 63

Верхняя и нижняя грани окна расположены параллельно $П_1$ и одинаково удалены от горизонтальной плоскости симметрии шара (плоскости экватора), следовательно дуги окружностей сечения сферы этими плоскостями будут проецироваться на $П_1$ без искажения. Радиус каждой окружности равен расстоянию от оси шара до проекции главного меридиана поверхности (см. точку K и окружность R).

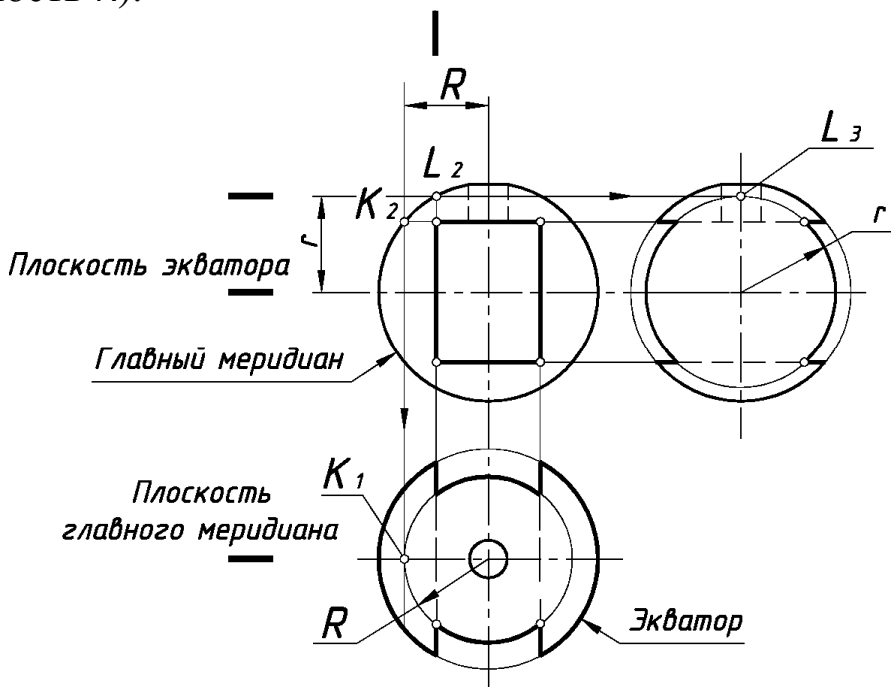


Рис. 64

Боковые плоскости окна параллельны $П_3$ и дуги окружностей сечения сферы этими плоскостями проецируются без искажения на $П_3$ (см точку L и окружность r). Дальнейшие построения ясны из чертежа.

Каждая из граней окна имеет форму своеобразного «четырехугольника», у которого одна пара противоположных сторон является дугами окружностей, другая пара – отрезками прямых линий.

В верхней части шара вырезано цилиндрическое отверстие, ось которого перпендикулярна $П_1$ и проходит через центр шара.

Пересечение сферы с любой поверхностью вращения, ось которой проходит через центр шара, есть окружность (соосные поверхности всегда пересекаются по окружности).

Фронтальная и профильная проекции этой окружности – это отрезок прямой, горизонтальная – совпадает с проекцией цилиндрической поверхности на $П_1$.

На рисунке 65 выполнены простые разрезы.

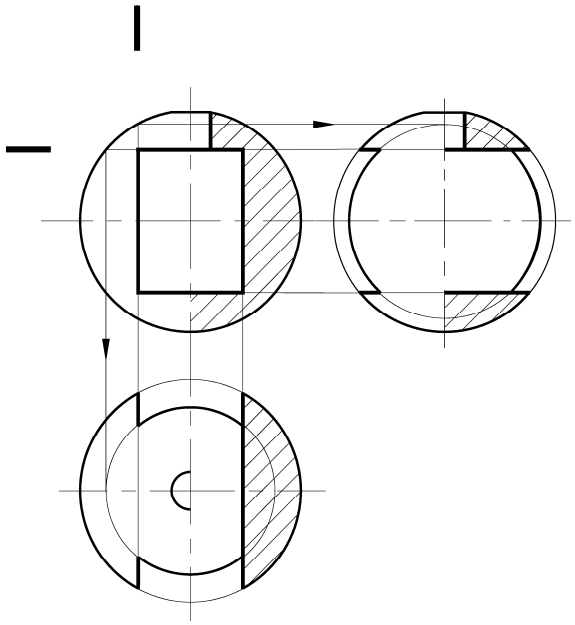


Рис. 65

4.3. Построение сечения детали проецирующей плоскостью

Сечения широко применяются для выявления формы и задания размеров деталей в отдельных местах.

В задании (*задача* 4) фигуру сечения строят методом прямоугольного проецирования на дополнительную плоскость проекций, параллельную секущей плоскости. В основе построений лежит способ замены плоскостей проекций.

При построении сечений на машиностроительных чертежах новую ось и плоскость проекций не обозначают. Не является обязательным и строгое соблюдение проекционной связи между изображением, где задан след секущей плоскости, и фигурой сечения. Фигуру сечения можно расположить в любом удобном месте поля чертежа. При этом ориентация сечения на чертеже должна соответствовать направлению взгляда, указанному стрелками на штрихах линии сечения.

Для всех сечений данной детали направление штриховки и расстояние между соседними линиями штриховки должны быть одинаковыми.

Первый этап построения сечения – анализ формы поверхности заданной детали, в которой следует четко выделить плоскости, цилиндрические, конические и сферические поверхности. Фигуры сечения следует строить как результат последовательного пересечения секущей плоскости с каждой из поверхностей, ограничивающих деталь.

При построении сечения необходимо иметь в виду, что цель работы – определить истинную величину и форму сечения. Поэтому проекции сечения на основных плоскостях проекций не вычерчивают.

На рисунке 66 приведено построение фигуры сечения детали. Для построения сечения поверхность детали мысленно разделена на простые поверхности и поочередно построено пересечение плоскости с каждой из этих поверхностей. Деталь состоит из призмы I (основание), призмы II и двух призм III (ребер), а также содержит сквозное цилиндрическое отверстие и призматическую выемку IV.

Фигура сечения имеет ось симметрии, параллельную следу секущей плоскости.

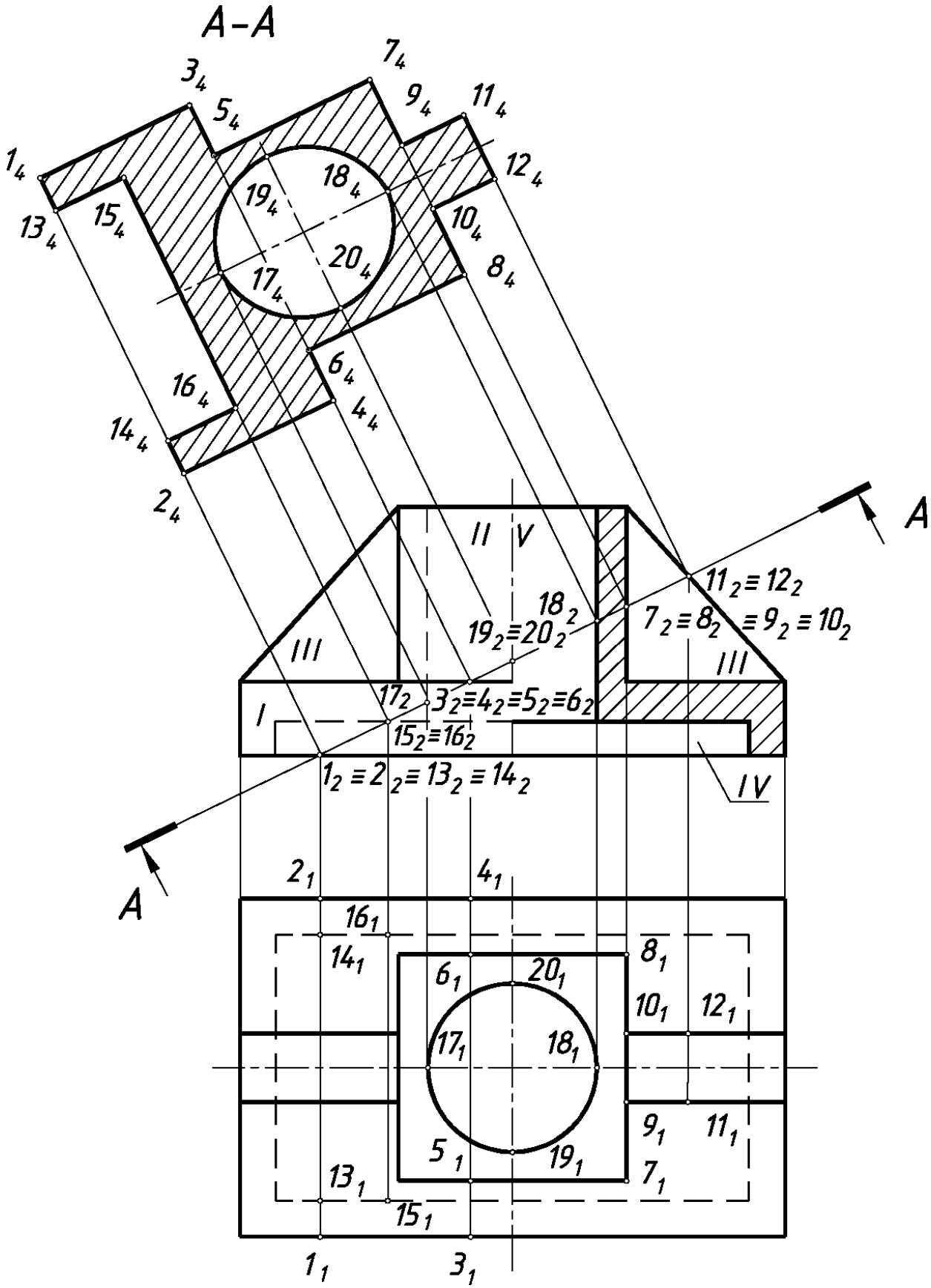

А–А
1_4
3_4
5_4
7_4
9_4
11_4
12_4
13_4
15_4
18_4
19_4
20_4
17_4
10_4
8_4
6_4
4_4
16_4
14_4
2_4
А
II
V
III
III
I
IV
$11_2 \equiv 12_2$
18_2
$19_2 \equiv 20_2$
$7_2 \equiv 8_2 \equiv 9_2 \equiv 10_2$
17_2
$3_2 \equiv 4_2 \equiv 5_2 \equiv 6_2$
$15_2 \equiv 16_2$
$1_2 \equiv 2_2 \equiv 13_2 \equiv 14_2$
А
2_1
4_1
16_1
14_1
6_1
20_1
8_1
10_1
12_1
17_1
18_1
9_1
11_1
5_1
19_1
13_1
7_1
15_1
1_1
3_1

Рис. 66

Вершины ломаной линии – контуры фигуры сечения – построены, исходя из того, что:

для призмы I: $[1_4 2_4]=[1_1 2_1]$, $[3_4 4_4]=[3_1 4_1]$;

для призмы II: $[5_4 6_4]=[5_1 6_1]$, $[7_4 8_4]=[7_1 8_1]$;

для призмы III: $[9_4 10_4]=[9_1 10_1]$, $[11_4 12_4]=[11_1 12_1]$;

для призматической выемки IV:

$$[13_4 14_4]=[13_1 14_1],\ [15_4 16_4]=[15_1 16_1].$$

Цилиндрическая поверхность пересекается плоскостью по полному эллипсу, величина большой оси его $[17_4 18_4]$ равна длине отрезка $[17_2 18_2]$, а величина малой оси $[19_4 20_4]$ – диаметру цилиндру, т.е. $[19_1 20_1]$.

Все точки, принадлежащие контуру сечения, соединены последовательно.

4.4. Указания к выполнению разрезов

При выполнении и оформлении разрезов в каждом конкретном случае необходимо в указанной последовательности решить следующие вопросы.

1. Есть ли необходимость в выполнении разрезов при выполнении чертежа данной детали?

Указание. Разрезы служат для выявления внутренних полостей фигуры. Если таких полостей нет и разрез не добавляет новых сведений о строении детали, то его назначать не следует.

2. Сколько и какие разрезы (горизонтальный, фронтальный и профильный) необходимо выполнить для полного выявления внутренней формы данной детали? Можно ли ограничиться выполнением местного разреза?

Указание. 1) выполнение одного из разрезов не предполагает обязательного выполнения других разрезов данной детали.

2) Местный разрез – см. ГОСТ 2.305-68 п. 3.12.

3. Какое из возможных положений горизонтальной (фронтальной, профильной) секущей плоскости дает на разрезе наиболее полное представление о внутренних формах и поверхностях детали? Целесообразно ли применение сложного разреза?

Указание. Решение вопросов п. 2 и п. 3. можно согласовать с

преподавателем.

4. Требует ли обозначения выбранное положение секущей плоскости и соответствующий разрез?

Указание. См. ГОСТ 2.305-68, п.п. 3.7; 3.5; 3.6.

5. Можно ли совместить часть вида и часть соответствующего разреза на одном изображении или необходимо выполнить полный разрез на месте соответствующего вида?

Указание. См. там же, п.п. 3.9; 3.13.

6. С какой стороны от оси симметрии следует расположить разрез в случае его совмещения с видом?

Указание. Если изображение имеет вертикальную ось симметрии, то разрез выполняют **справа** от оси, если горизонтальную, то **снизу** от оси. При наличии двух взаимно перпендикулярных осей симметрии предпочтение отдают такой половине разреза, которое показывает отверстие вдоль всей его длины.

7. Какая линия должна быть границей между видом и разрезом в случае их совмещения на одном изображении? С какой стороны от оси симметрии должна быть нанесена волнистая линия, разделяющая вид и разрез, если с осью симметрии изображения совпадает линия контура?

Указание. См. ГОСТ 2.305-68, п. 3.13, черт. 25, 26.

8. Какую форму имеет сечение фигуры выбранной плоскостью разреза?

9. Какие контурные линии изображения становятся на разрезе видимыми, какие из них следует удалять?

Указание. Обратить внимание на то, какая часть фигуры мысленно отброшена, каково направление проецирования (направление взгляда).

10. Какая часть изображения должна быть заштрихована?

Указание. Штриховать следует только сечение детали, входящее в состав разреза.

5. Примеры выполнения задания

Ниже приведены примеры выполнения задач 1 и 4 (рис. 67 – 69).

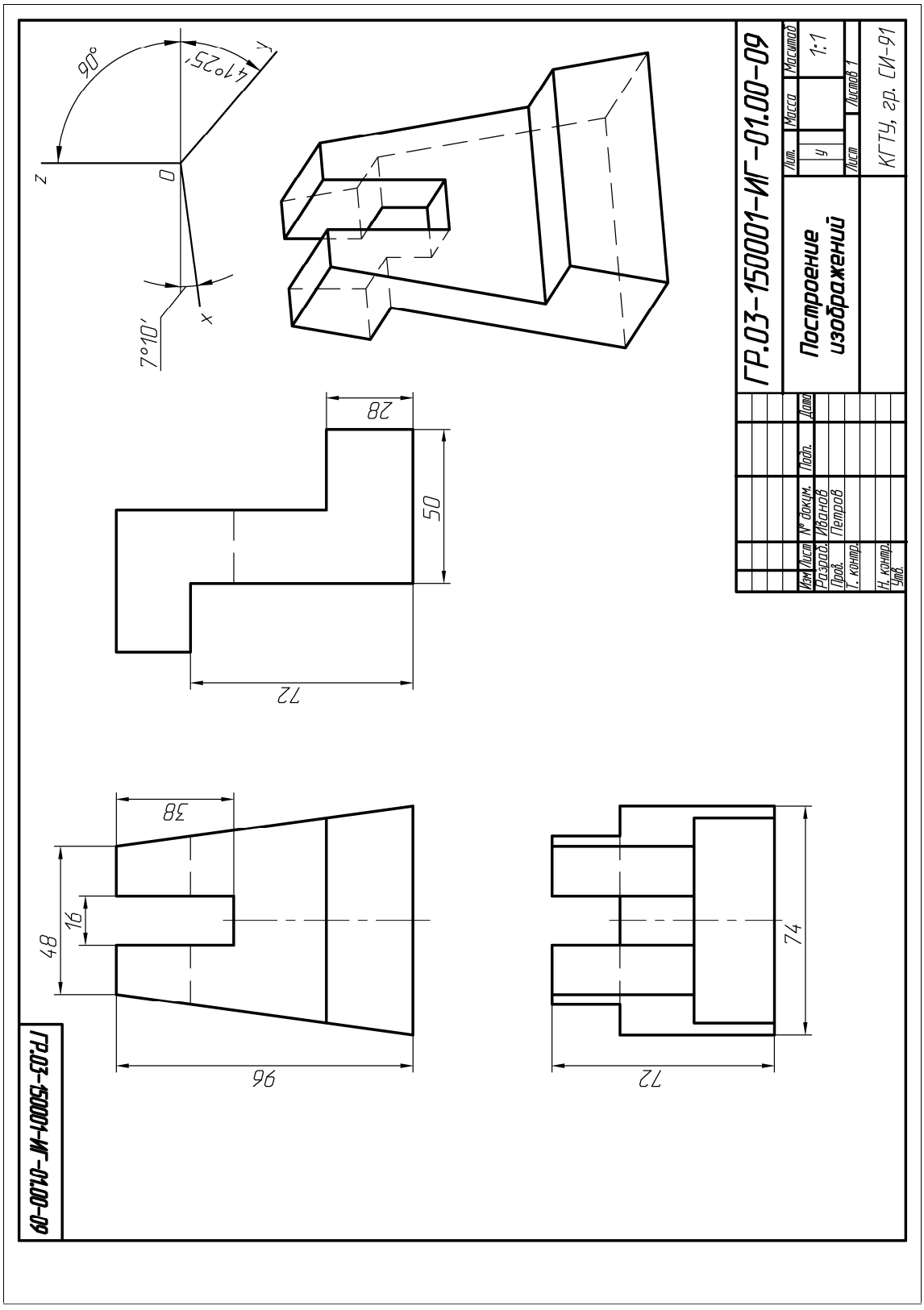


Рис. 67

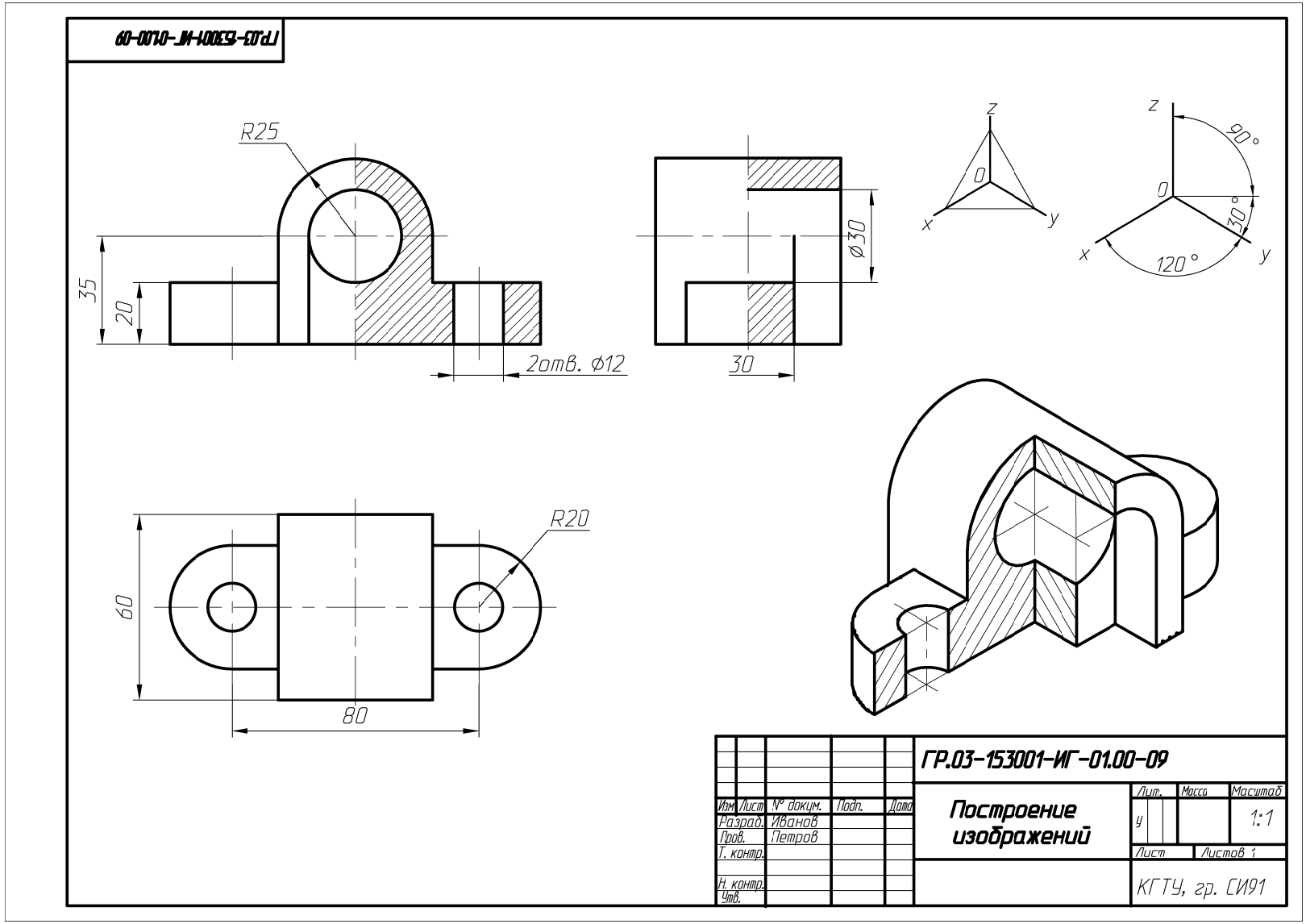

ГР.03-153001-ИГ-01.00-09
R25
35
20
2отв. ⌀12
30
⌀30
z
0
x
y
90°
30°
120°
R20
60
80
ГР.03-153001-ИГ-01.00-09
Построение изображений
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
КГТУ, гр. СИ91
Изм
Лист
№ докум.
Подп.
Дата
Разраб.
Иванов
Пров.
Петров
Т. контр.
Н. контр.
Утв.

Рис. 68

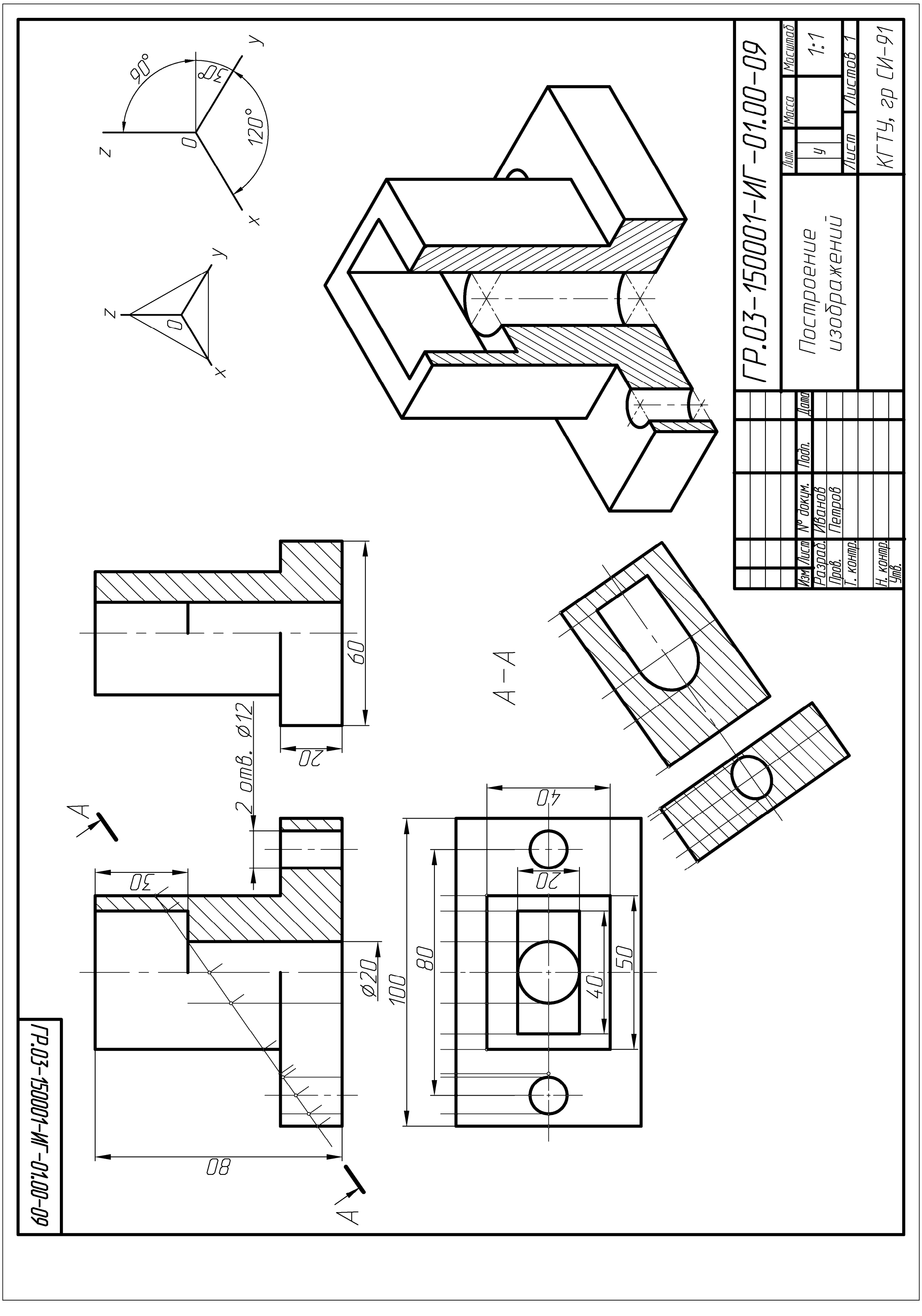

ГР.03-150001-ИГ-01.00-09
Построение изображений
КГТУ, гр СИ-91
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
у
Лист
Листов 1
Изм
Лист
№ докум.
Подп.
Дата
Разраб.
Иванов
Пров.
Петров
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
А–А
2 отв. ⌀12
⌀20
60
20
30
80
100
40
50
90°
30°
120°

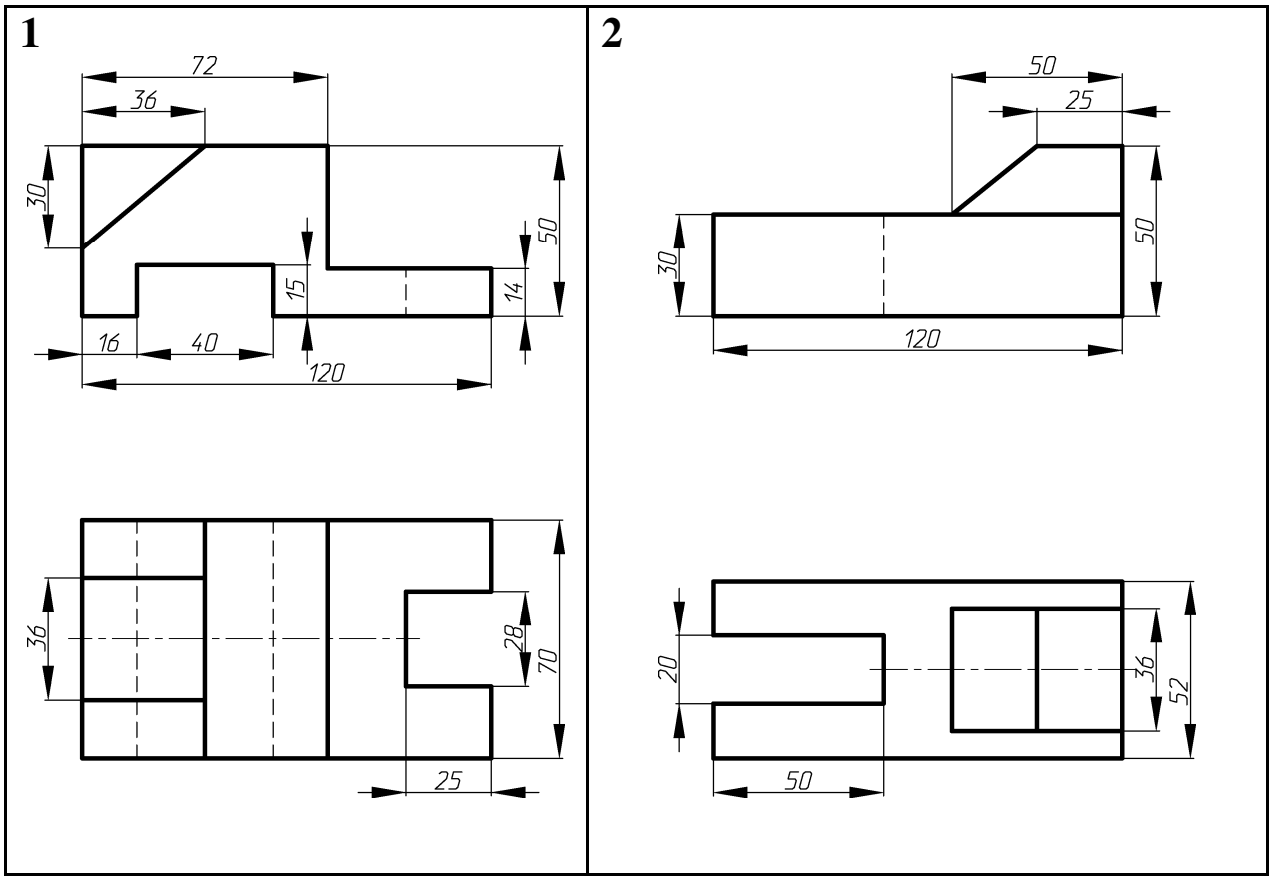
Рис. 69

Приложения

Задача 1. По 2-м заданным проекциям ГФ построить третью. Линии невидимого контура сохранить. Нанести необходимые размеры. Построить наглядное изображение ГФ в прямоугольной диметрической проекции. Указать положение аксонометрических осей.

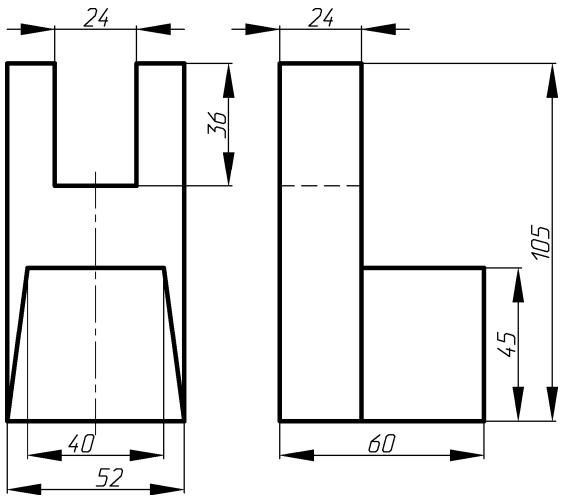
Варианты заданий представлены в таблице П1.

Таблица П1

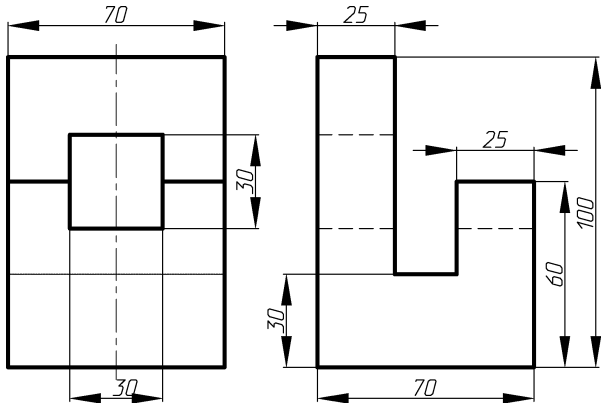


Продолжение таблицы П1

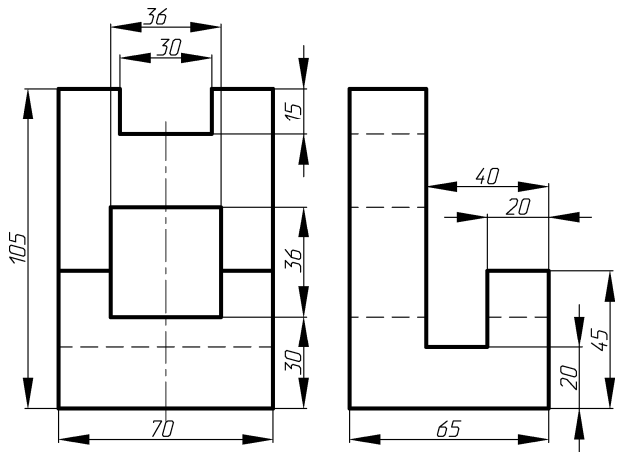
3



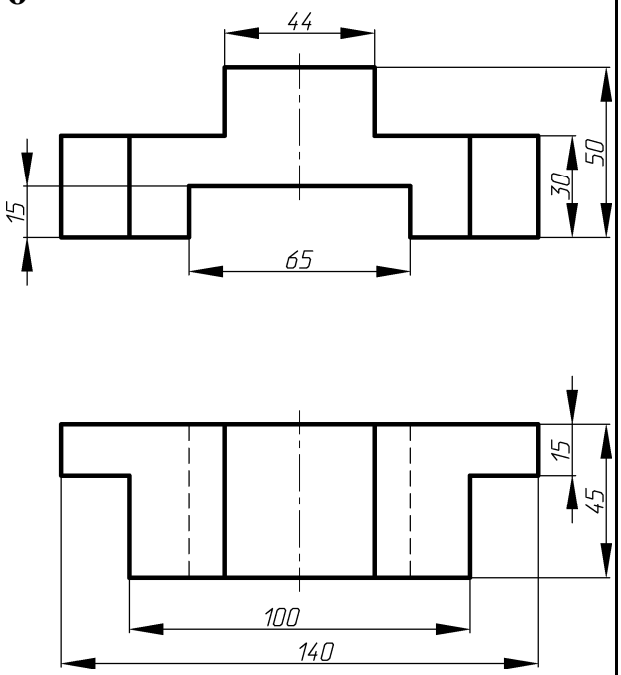
4



5

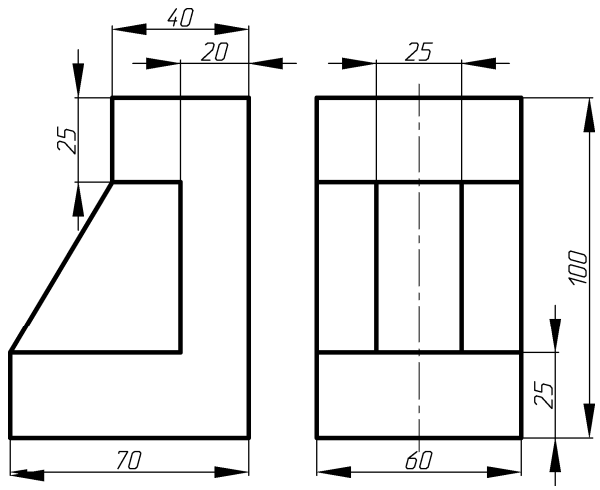


6

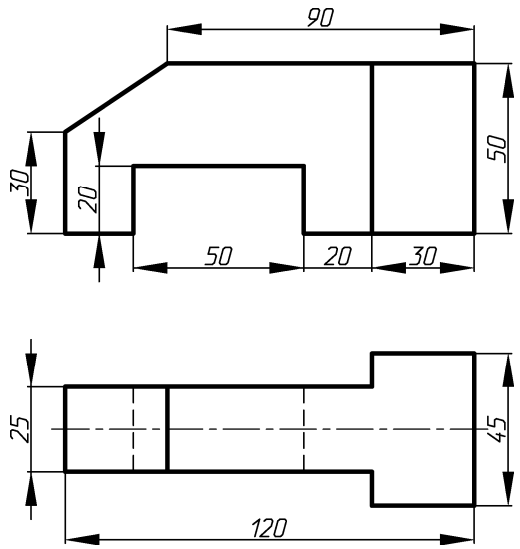


Продолжение таблицы П1

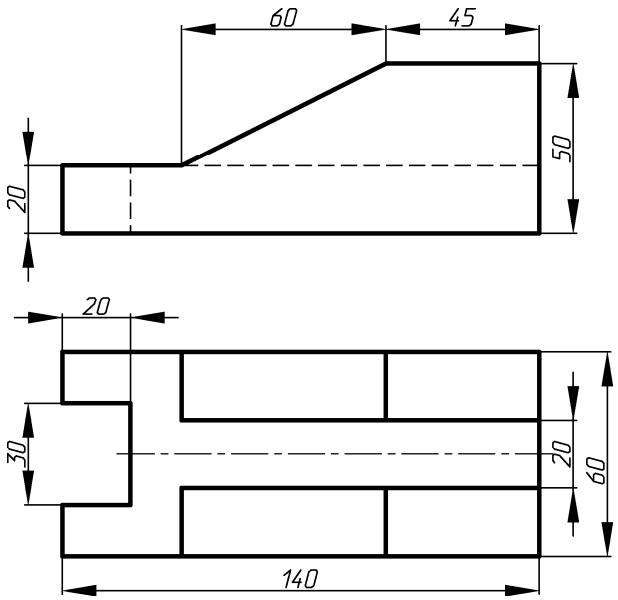
7



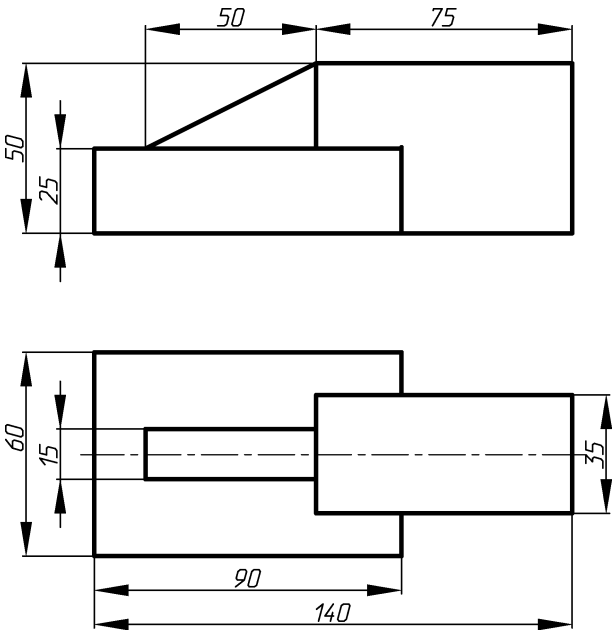
8



9

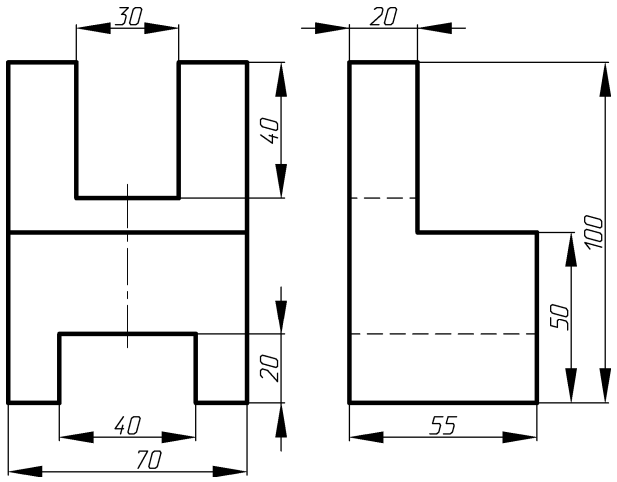


10

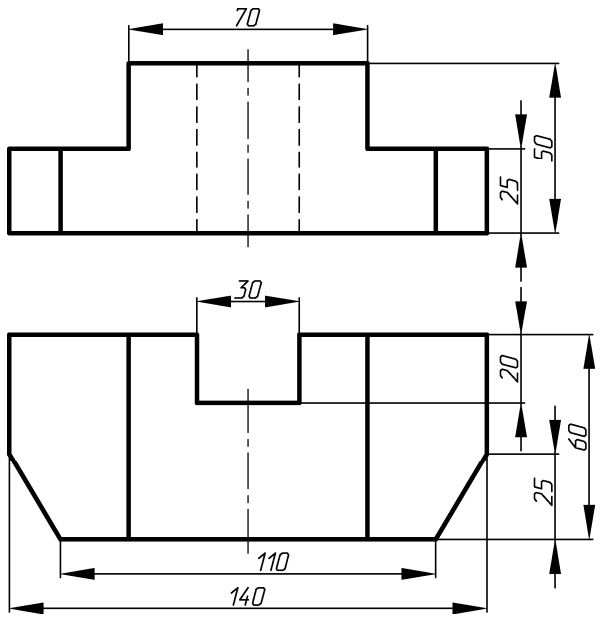


Продолжение таблицы П1

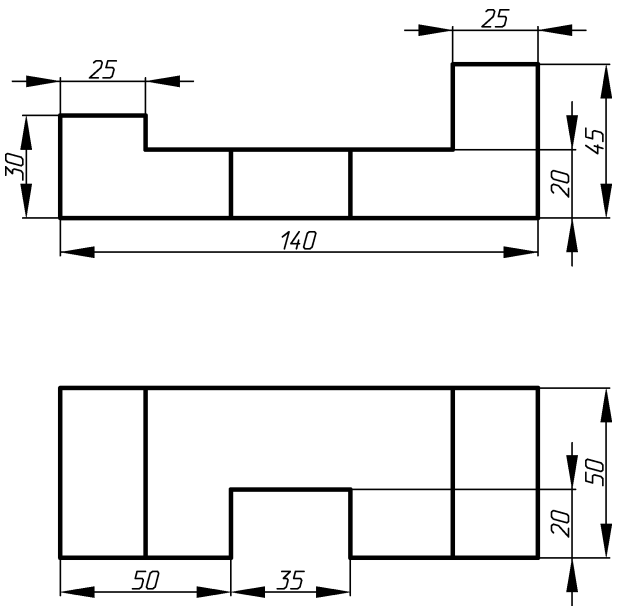
11



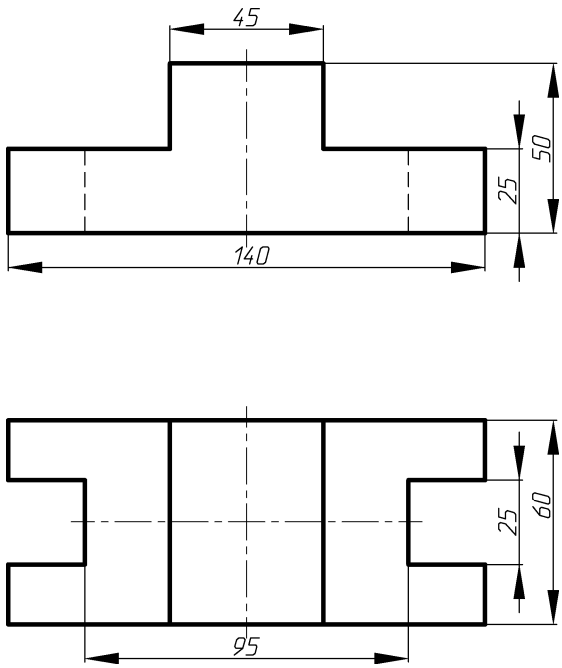
12



13



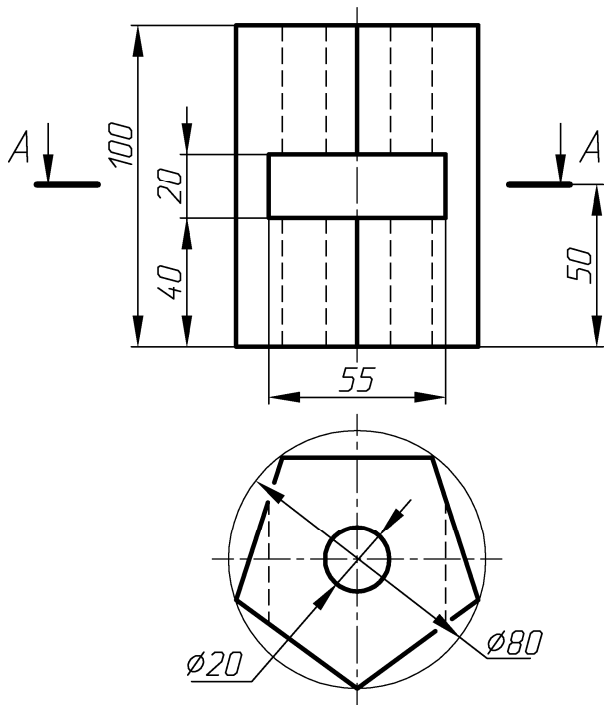
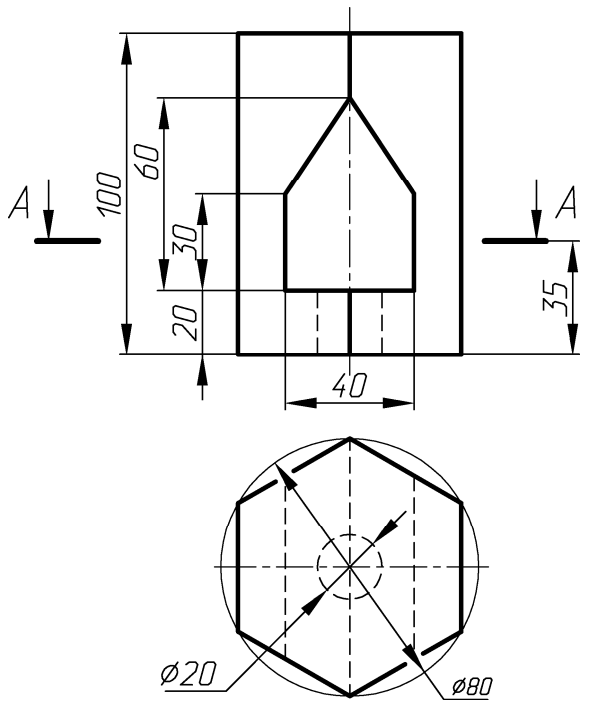
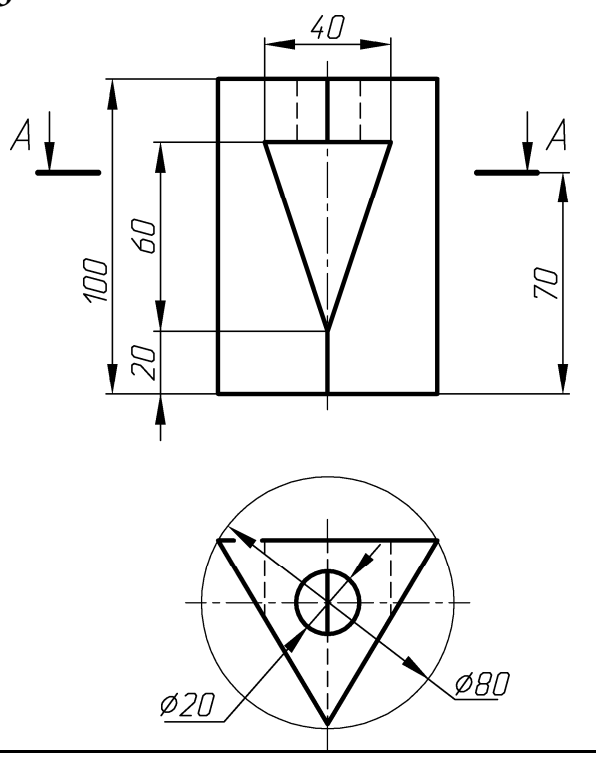
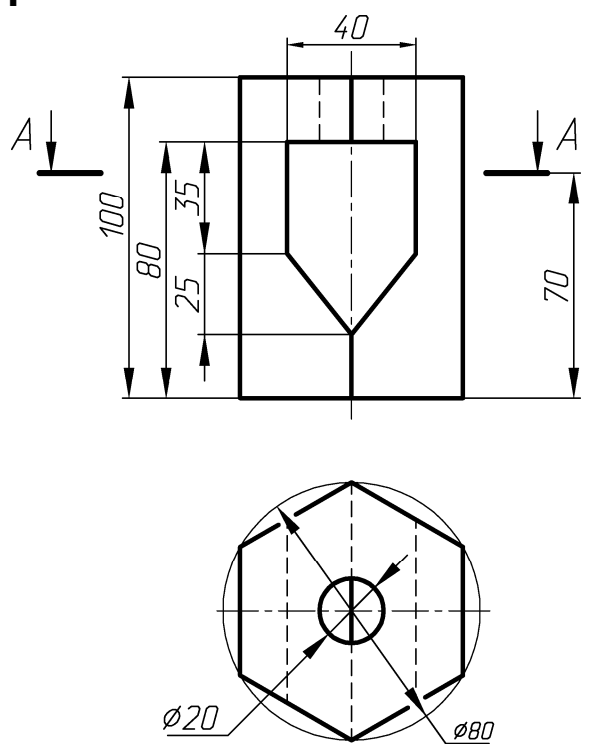
14



Задача 2. По 2-м заданным проекциям многогранника со сквозным отверстием построить третью. Выполнить простые разрезы. Нанести необходимые размеры.

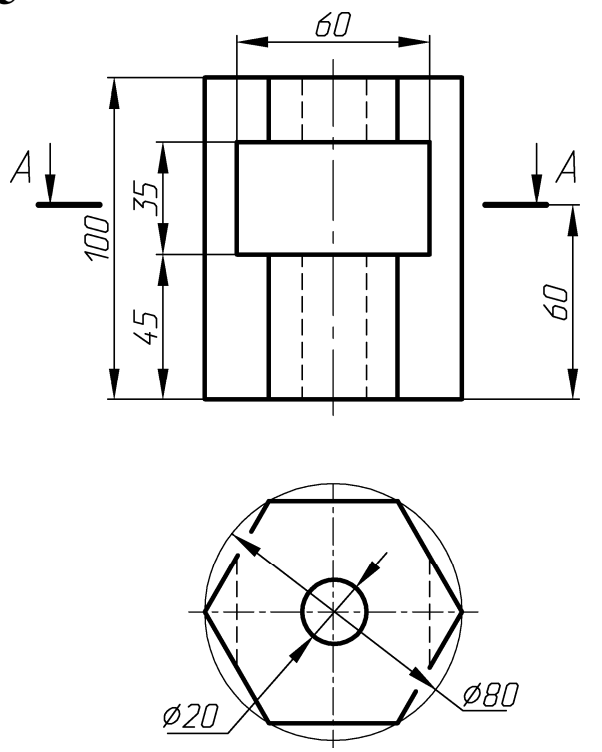
Варианты заданий представлены в таблице П2.

Таблица П2

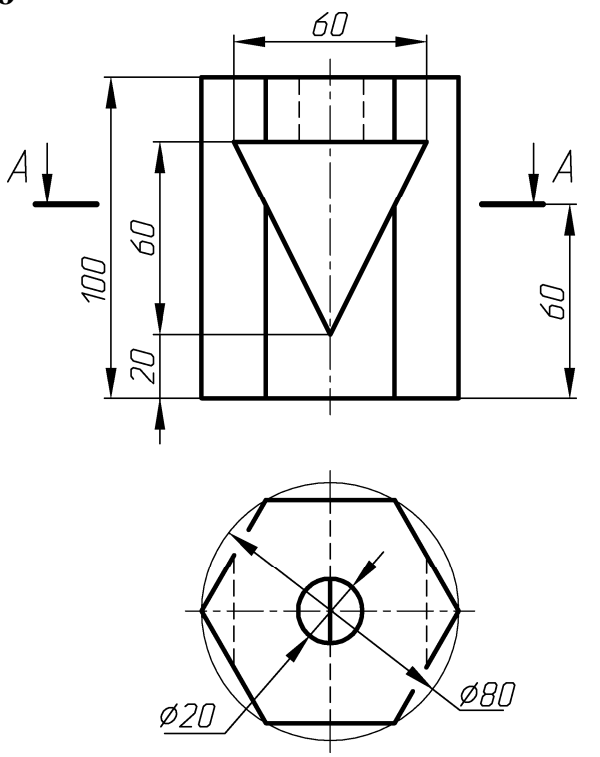
1 	**2** 
3 	**4** 

Продолжение таблицы П2

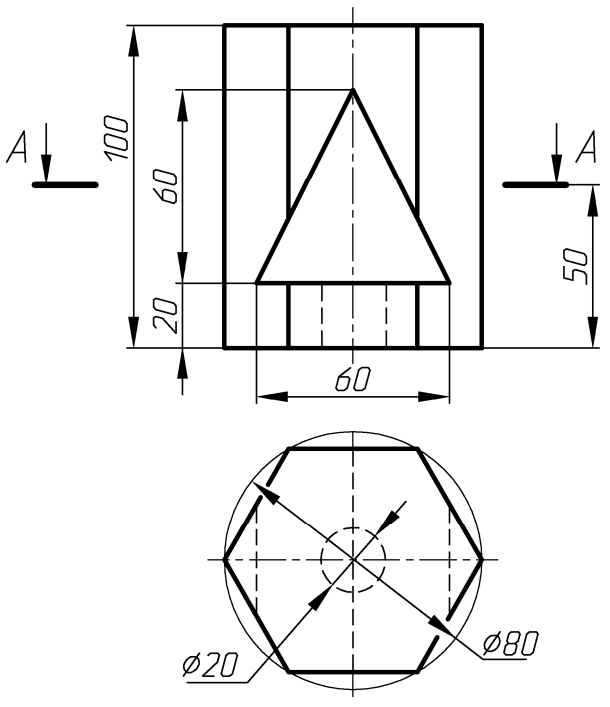
5



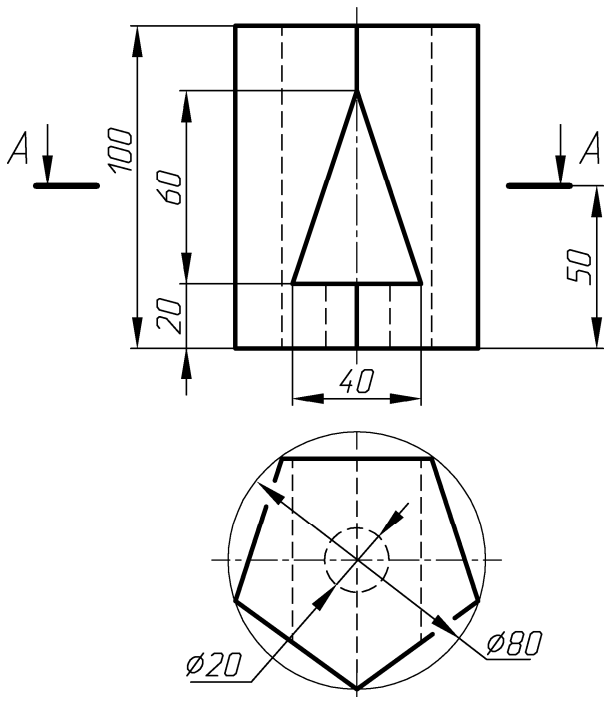
6



7

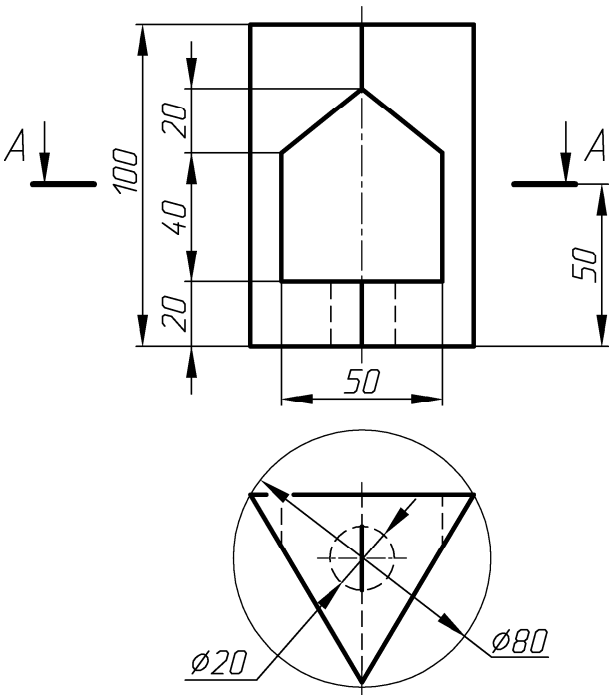


8

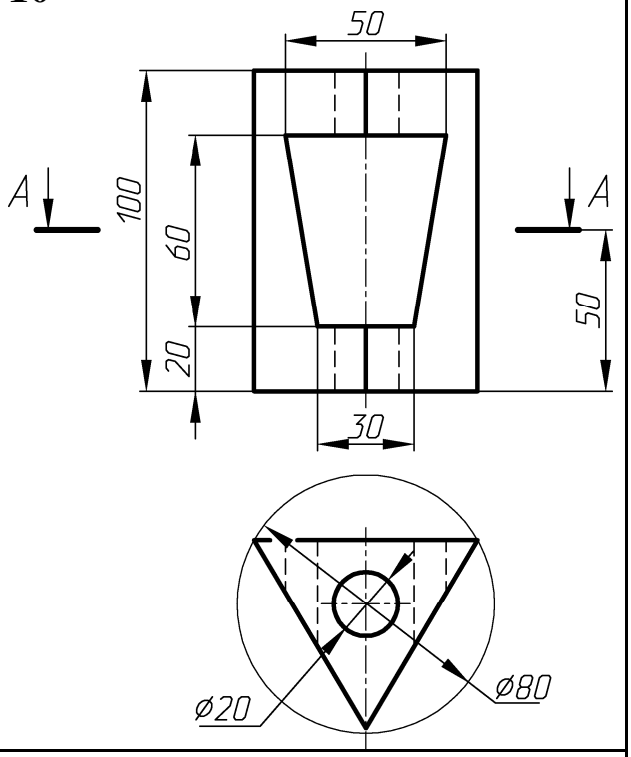


Продолжение таблицы П2

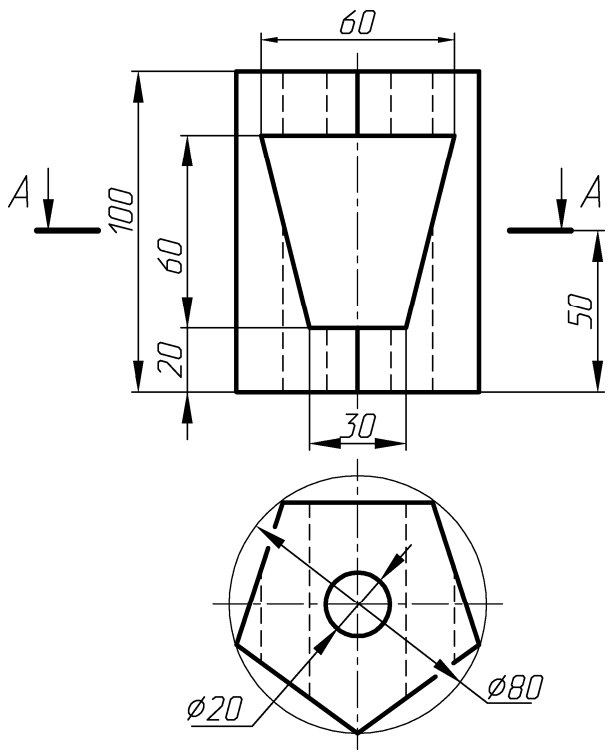
9



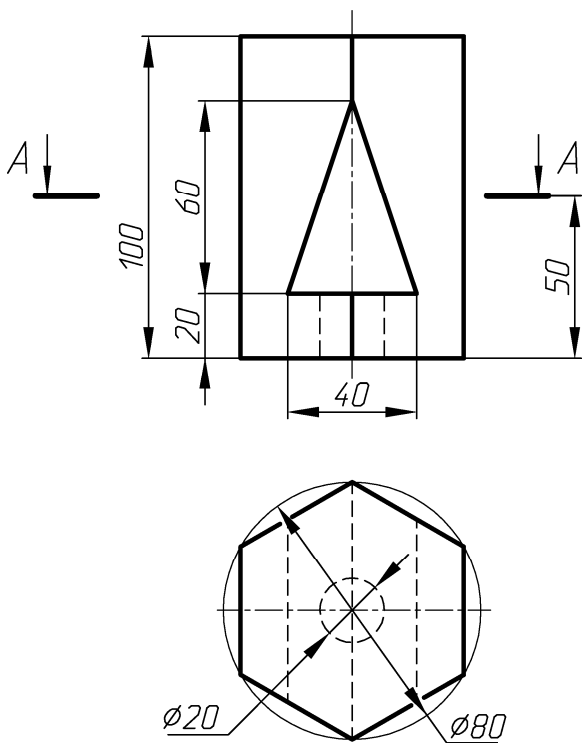
10



11

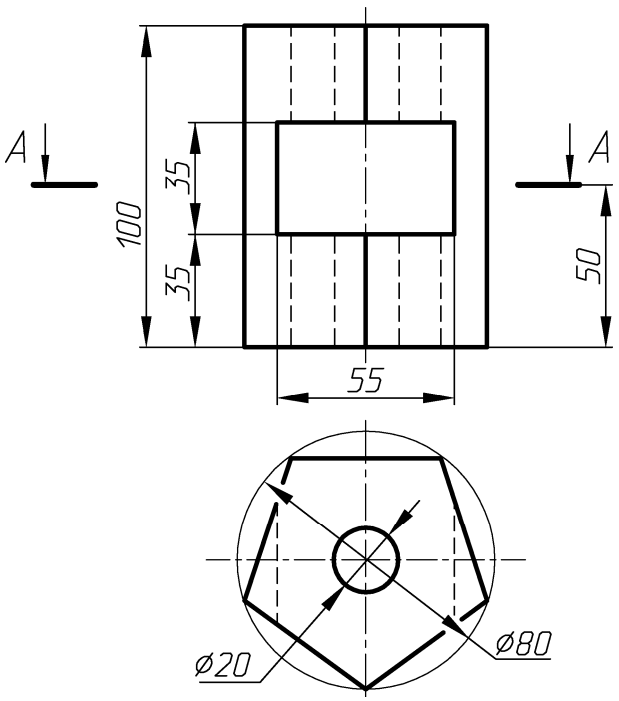


12

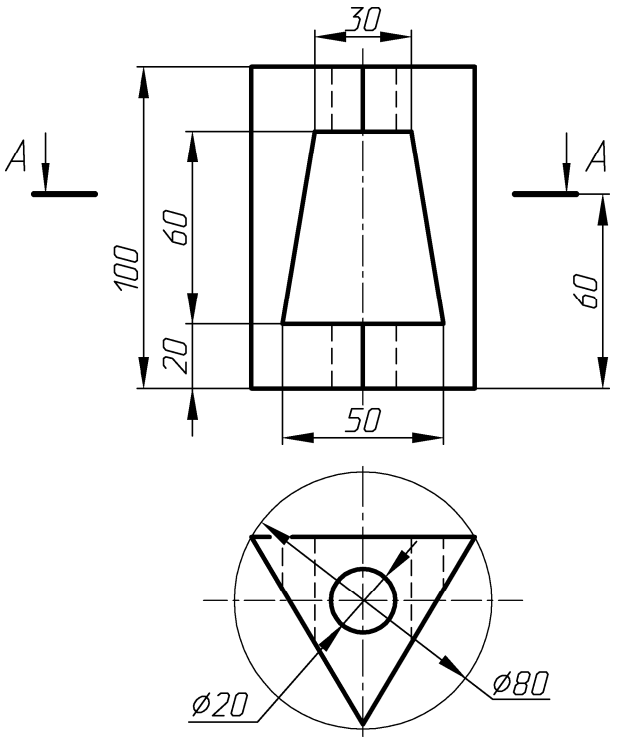


Продолжение таблицы П2

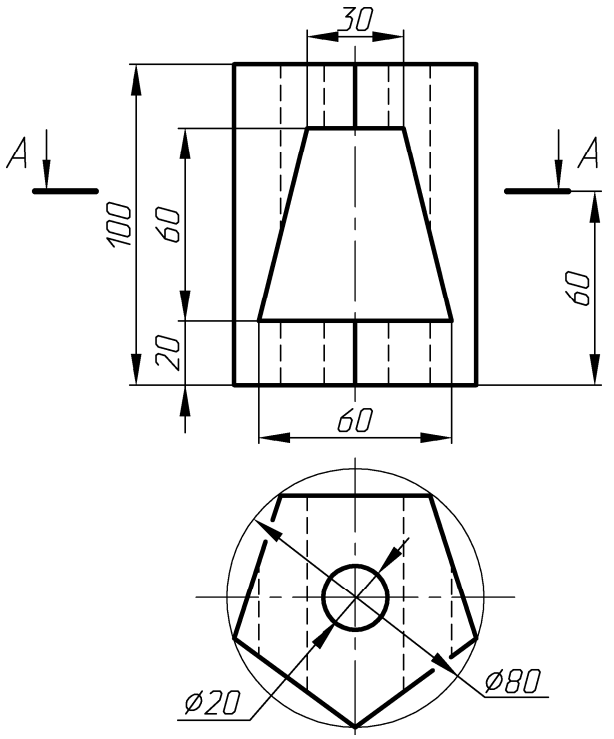
13



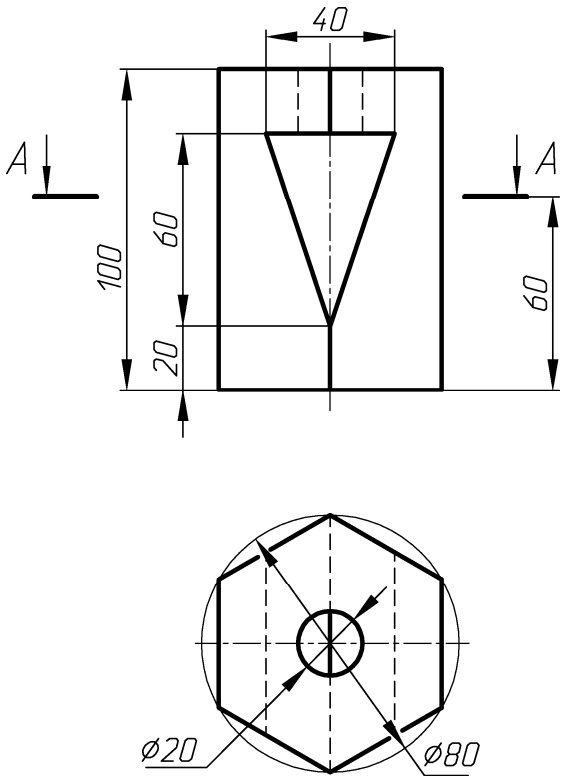
14



15



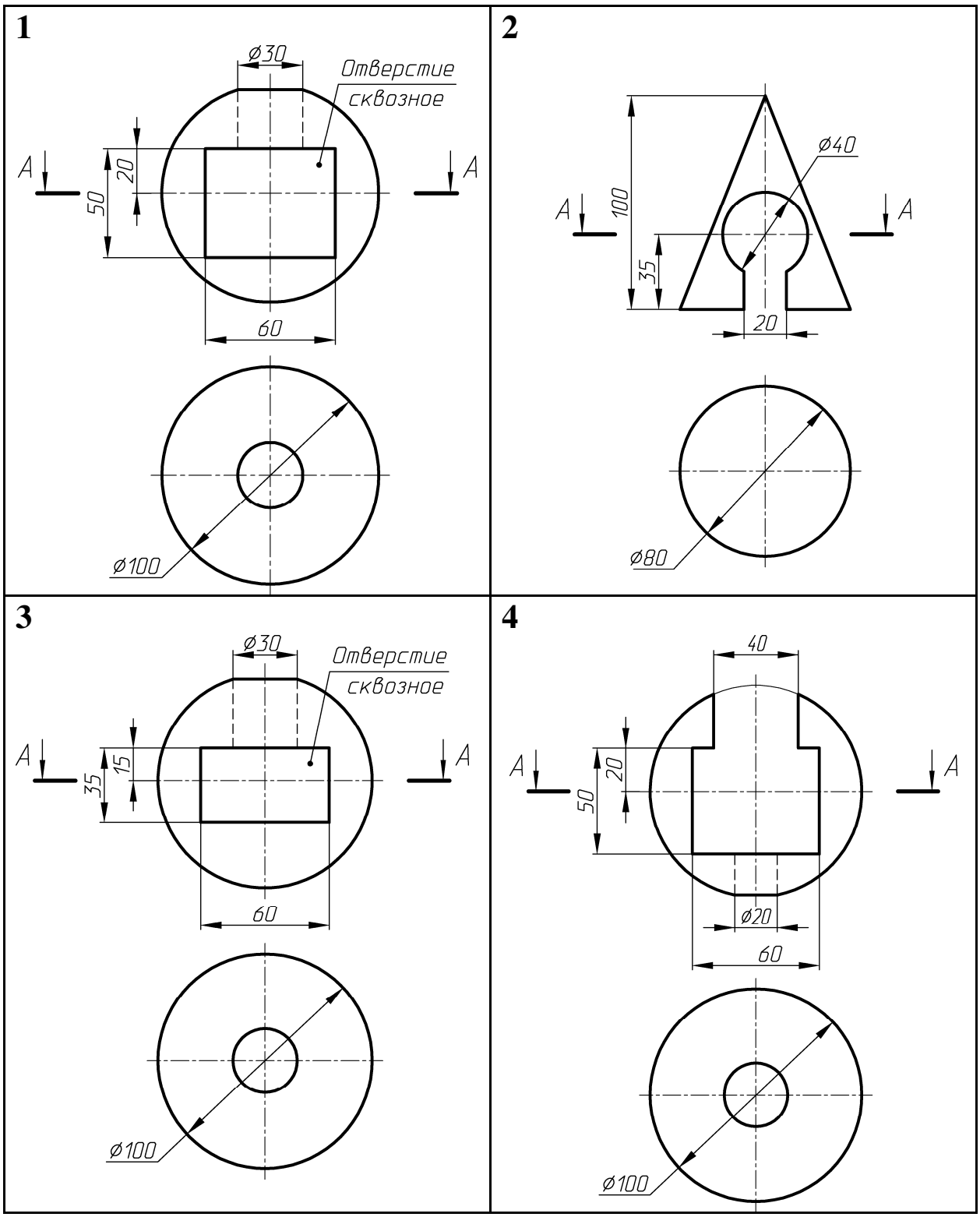
16



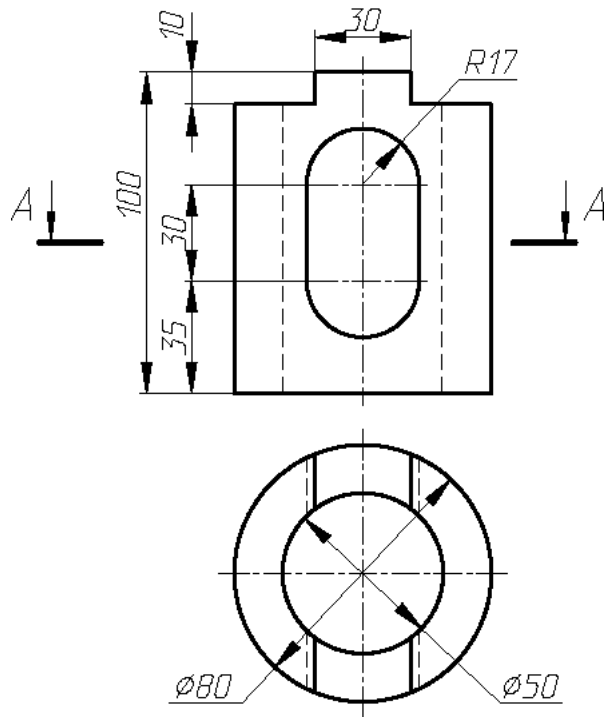
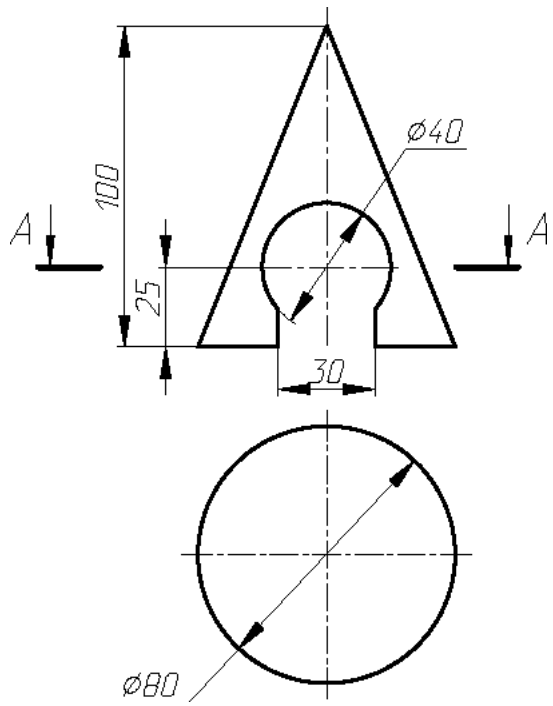
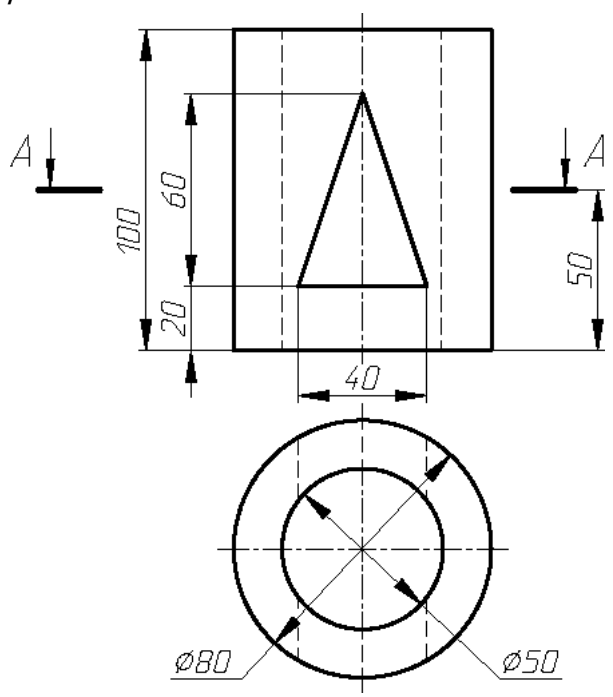
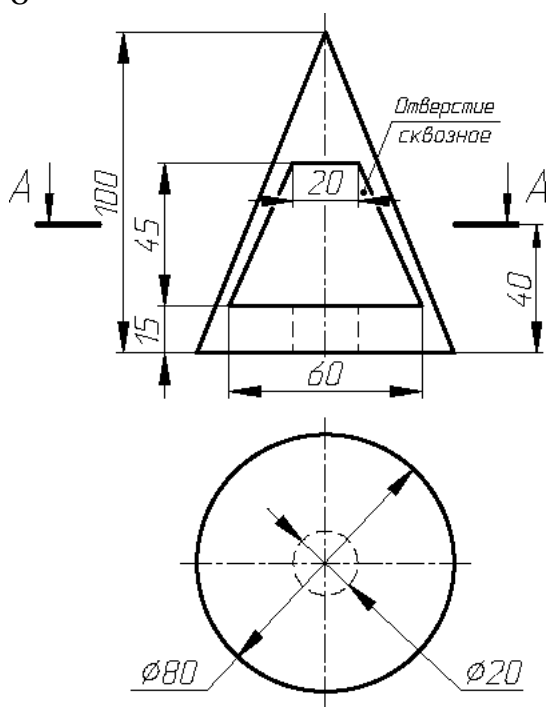
Задача 3. По 2-м заданным проекциям тела вращения со сквозными отверстиями построить третью. Выполнить простые разрезы. Нанести необходимые размеры.

Варианты заданий представлены в таблице П3.

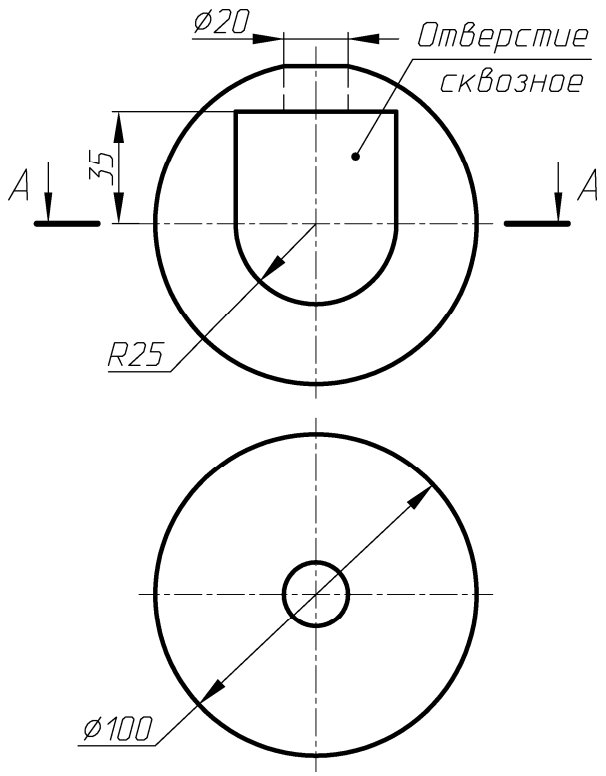
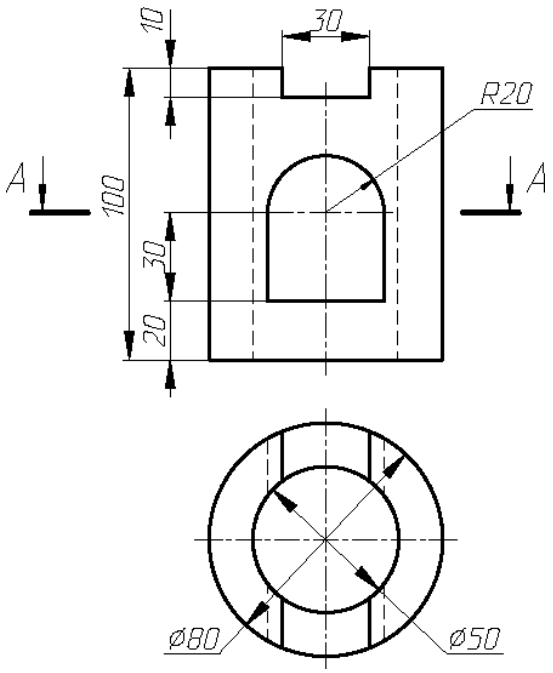
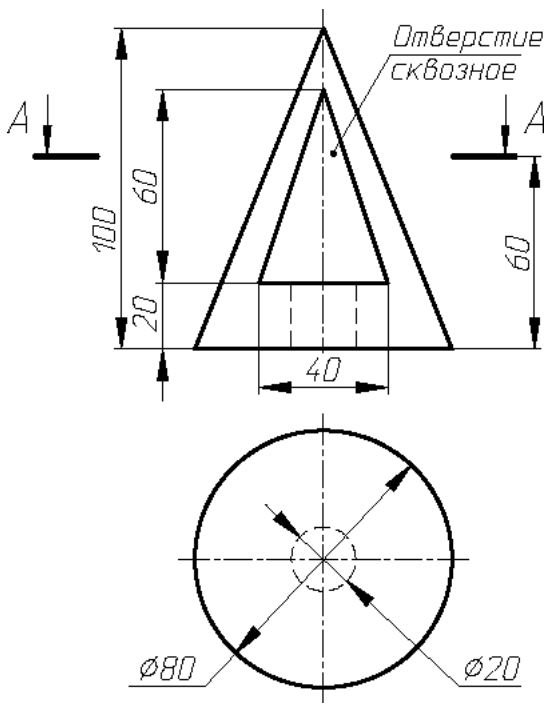
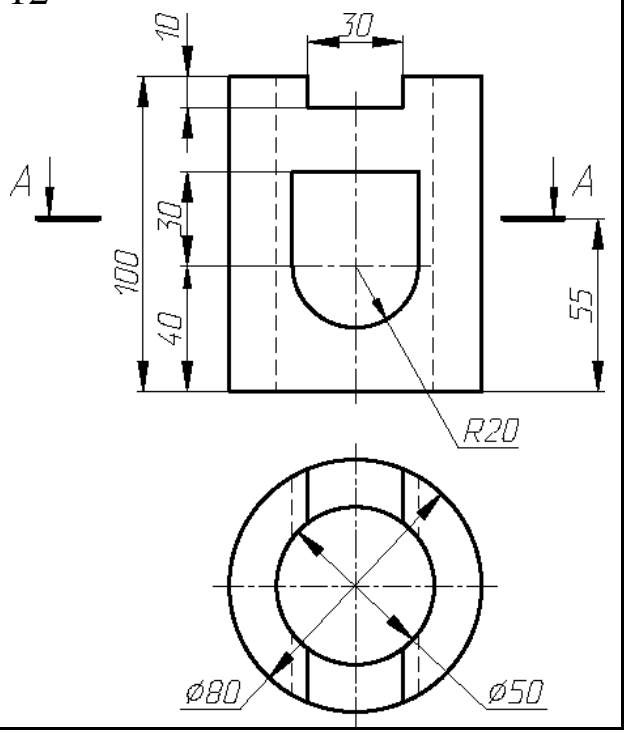
Таблица П3



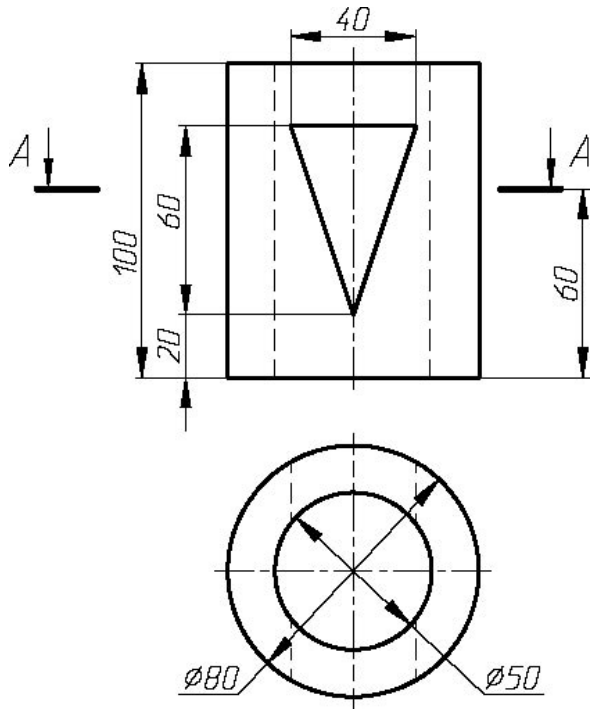
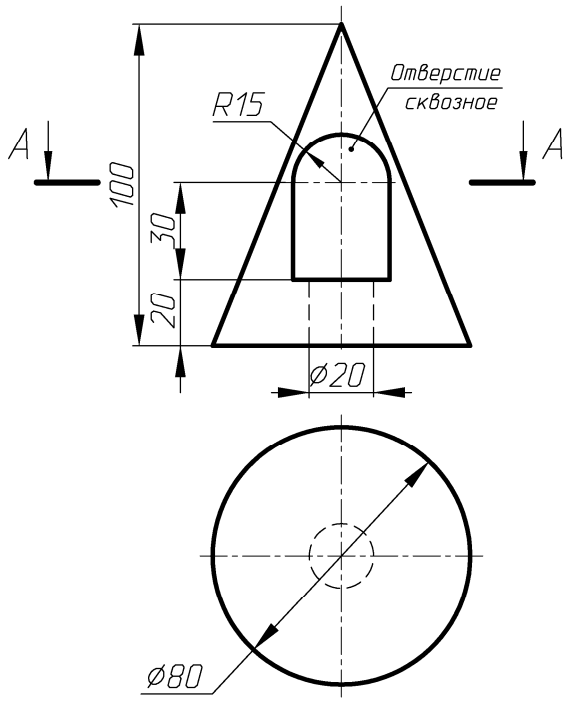
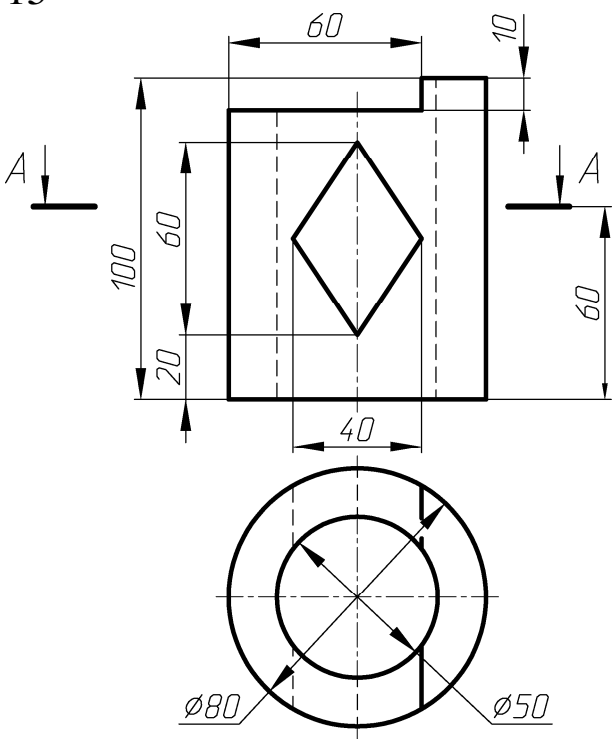
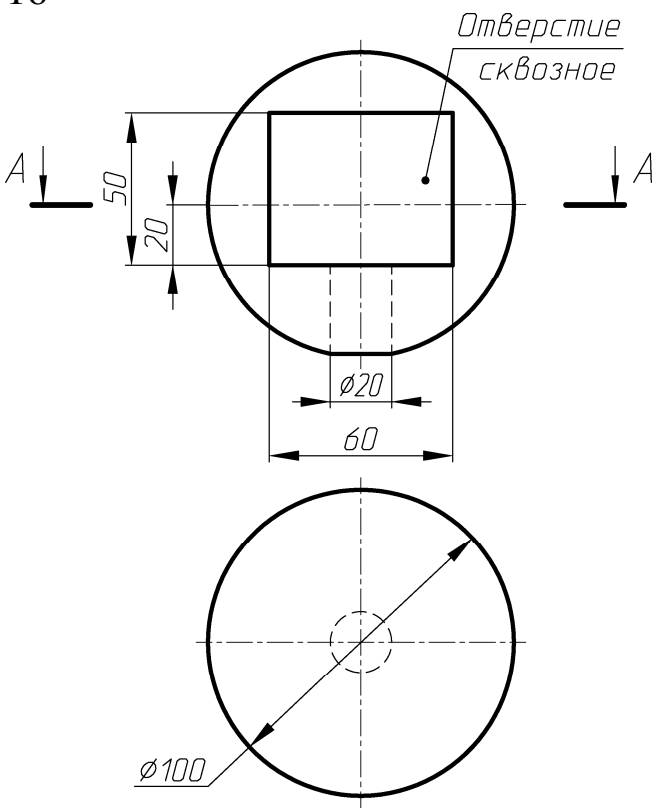
Продолжение таблицы П3

5 	6 
7 	8 

Продолжение таблицы П3

9 	10 
11 	12 

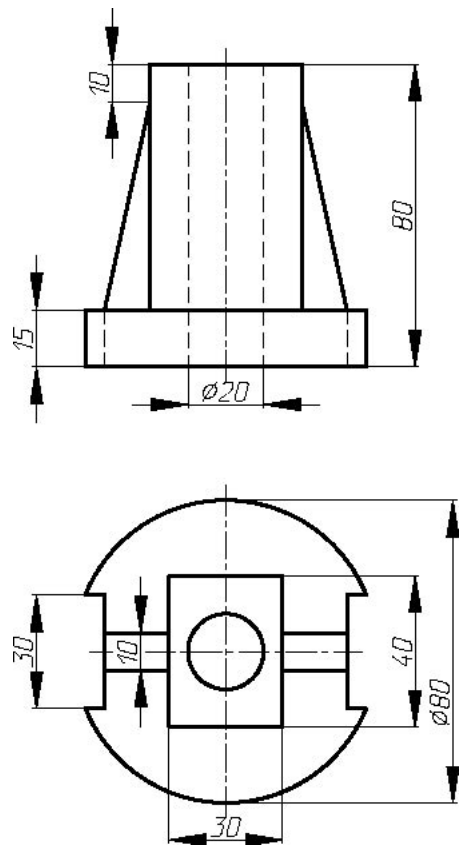
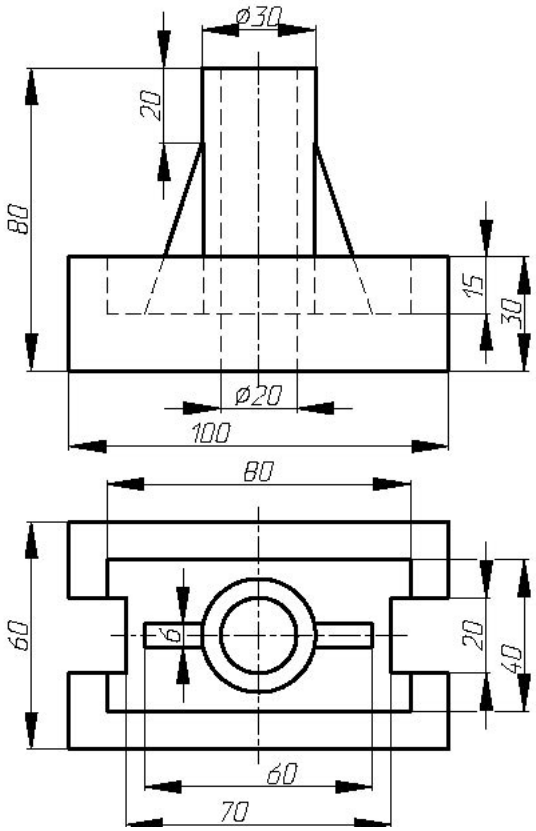
Продолжение таблицы П3

13 	14 
15 	16 

Задача 4. По 2-м заданным проекциям детали построить третью. Выполнить полезные разрезы. Нанести необходимые размеры. Построить сечение тела проецирующей плоскостью. Построить наглядное изображение детали в прямоугольной изометрической проекции с вырезом. Указать положение аксонометрических осей.

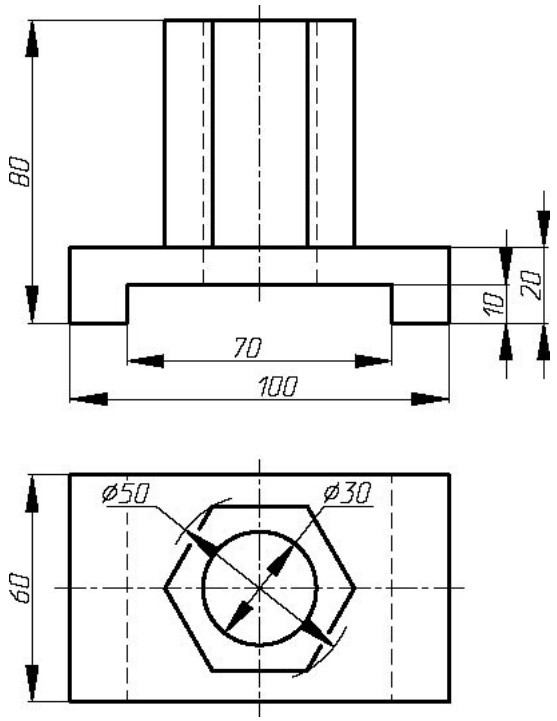
Варианты заданий представлены в таблице П4.

Таблица П4

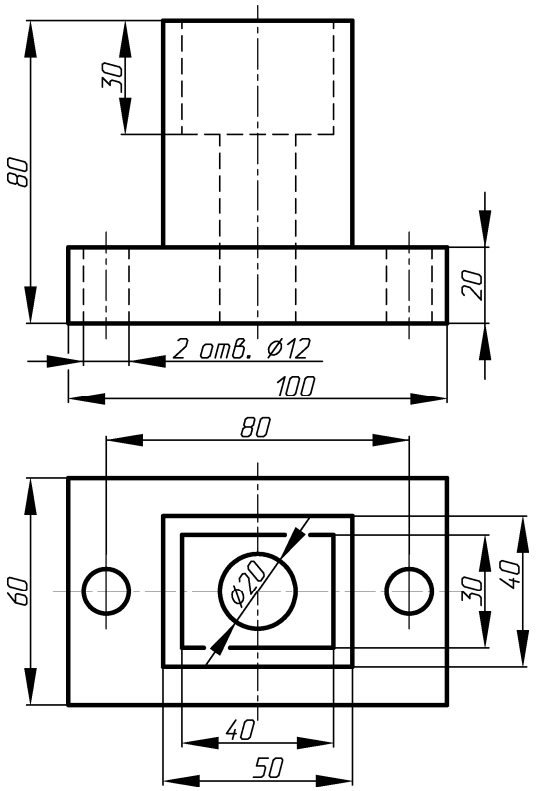
1 	2 

Продолжение таблицы П4

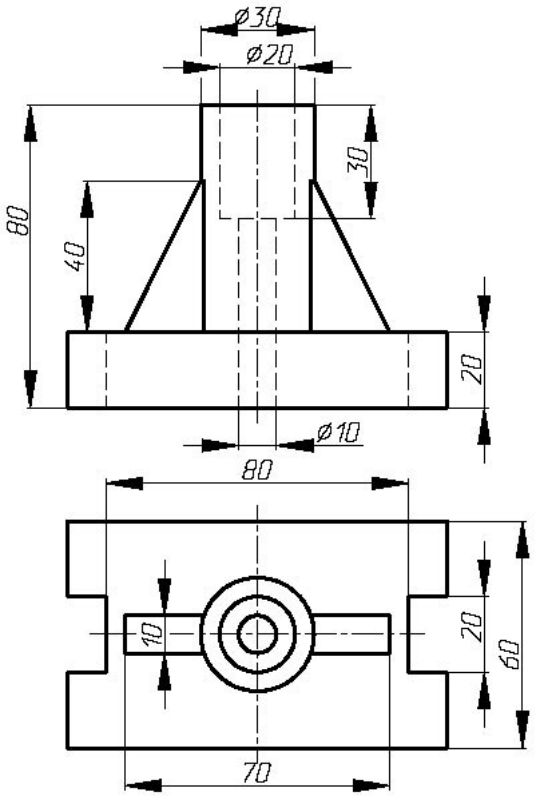
3



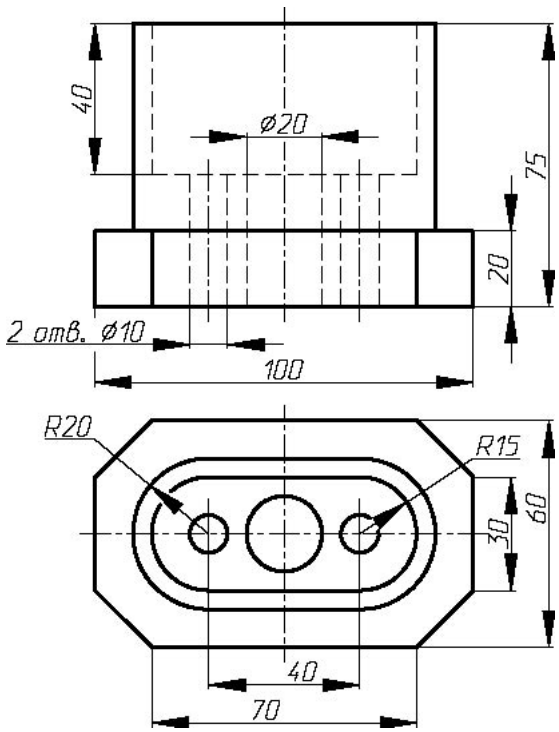
4



5

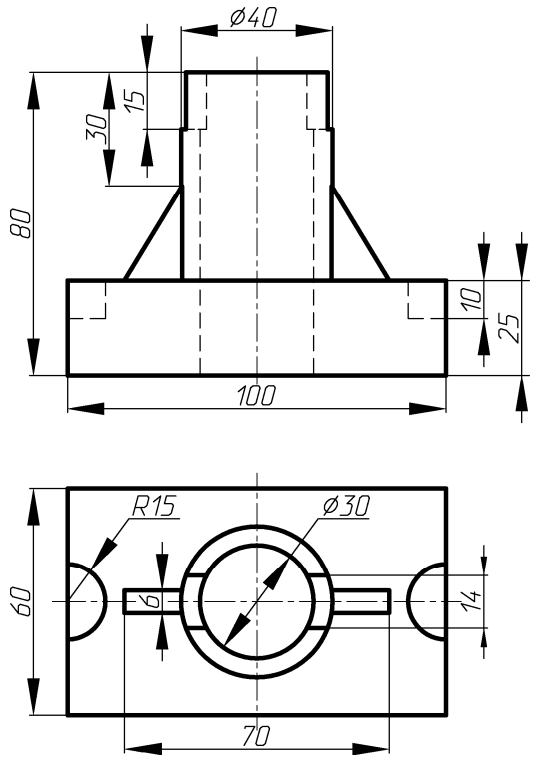


6

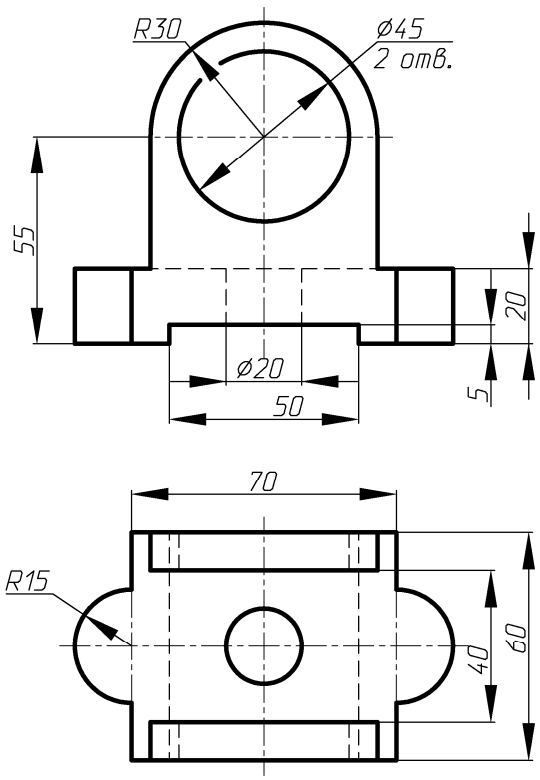


Продолжение таблицы П4

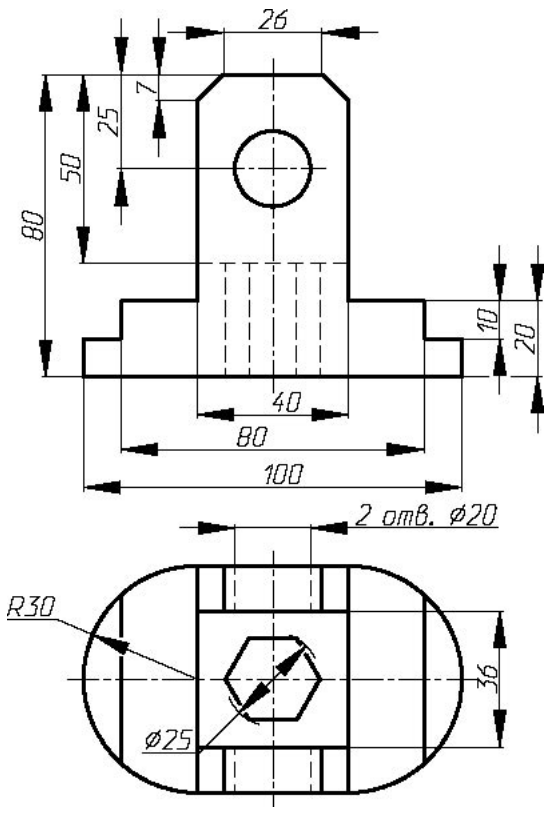
7



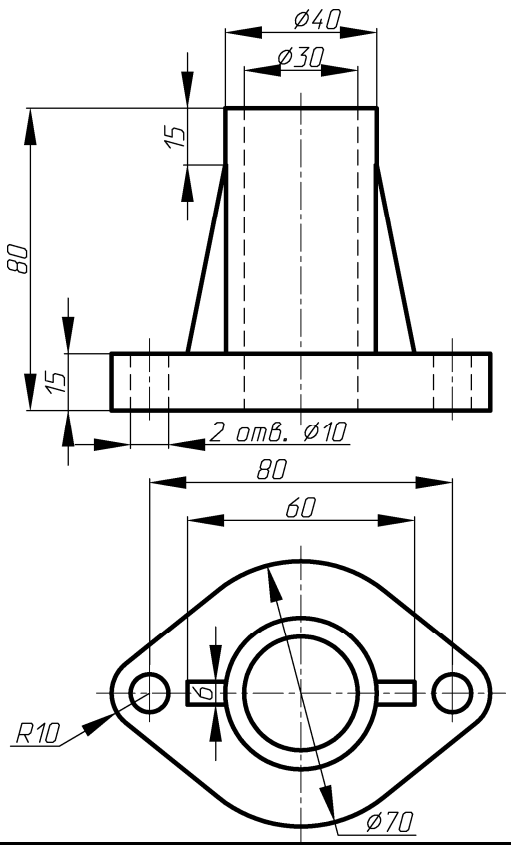
8



9

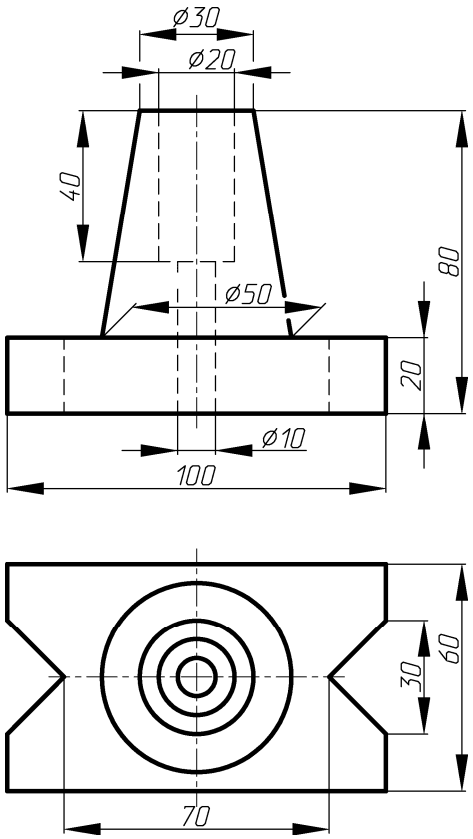


10

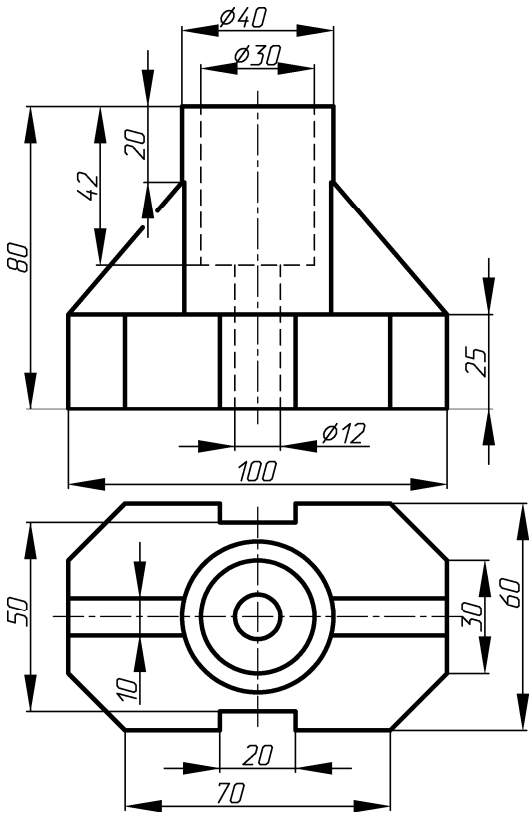


Продолжение таблицы П4

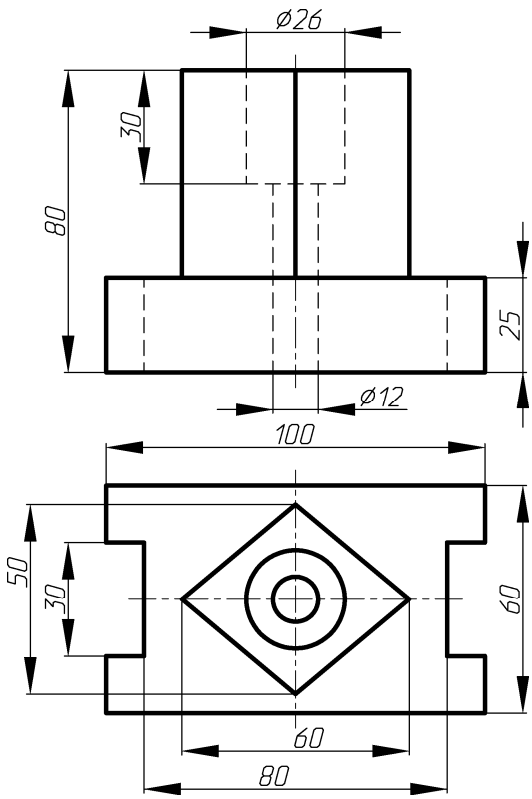
11



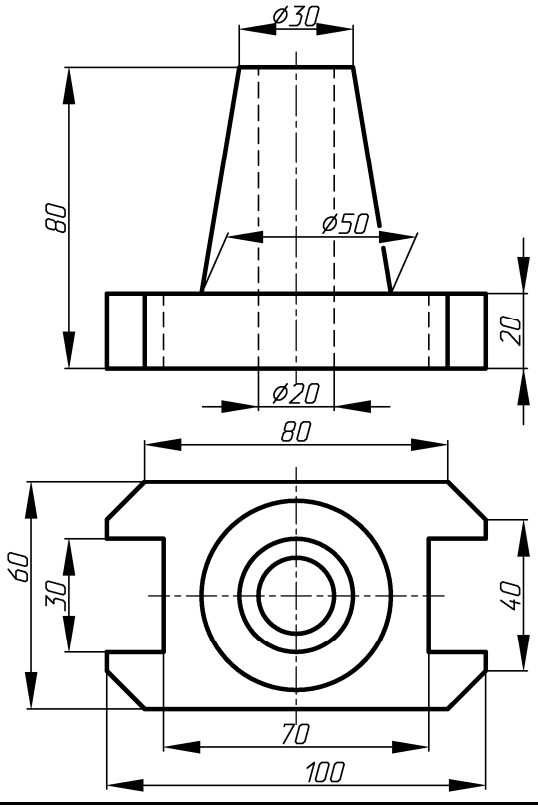
12



13



14

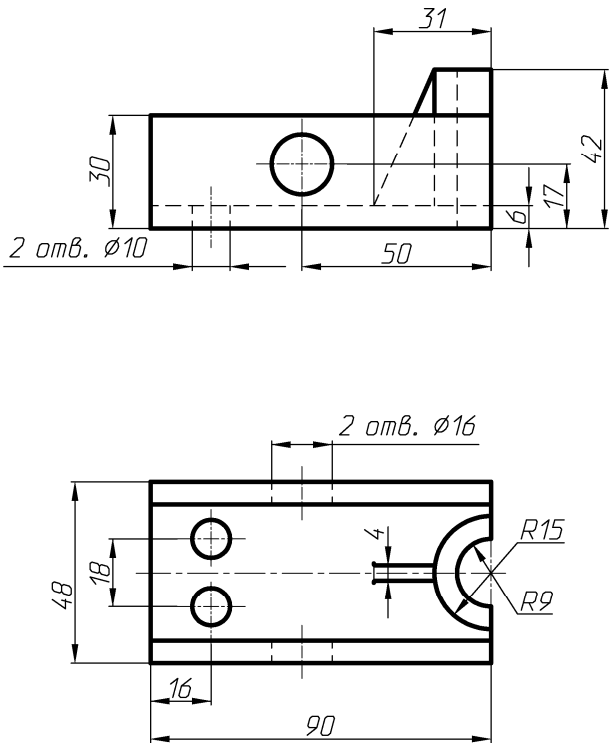


Задача 5. По 2-м заданным проекциям детали построить третью. Выполнить полезные разрезы (ступенчатый или ломанный) с соблюдением условностей и упрощений согласно ГОСТ 2.305-68. Нанести размеры. Построить наглядное изображение детали с вырезом. Указать положение аксонометрических осей.

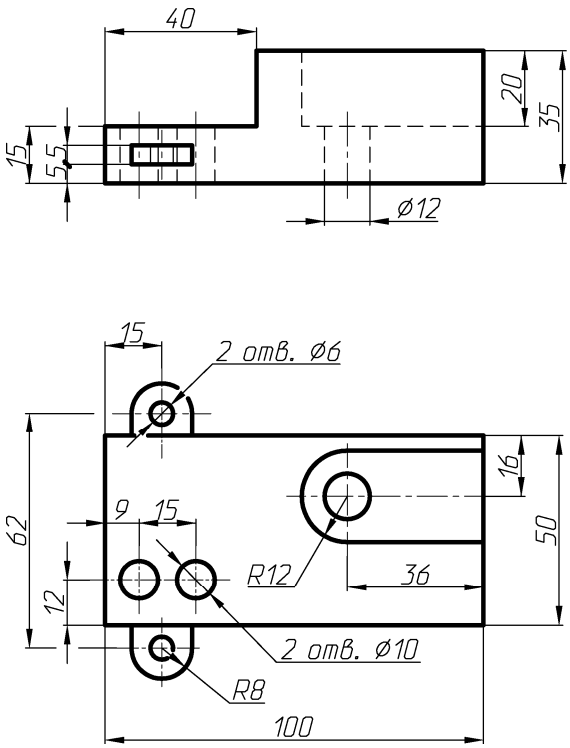
Варианты заданий представлены в таблицах П5 и П5а.

Таблица П5

1

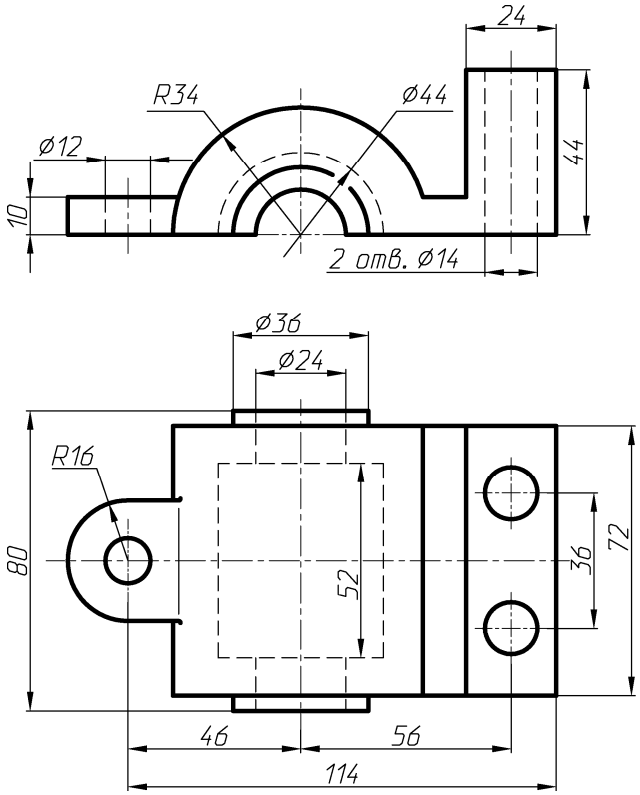


2

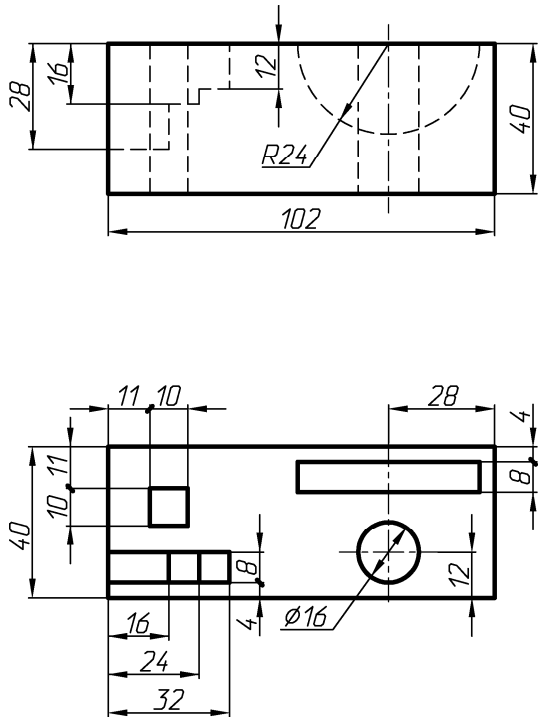


Продолжение таблицы П5

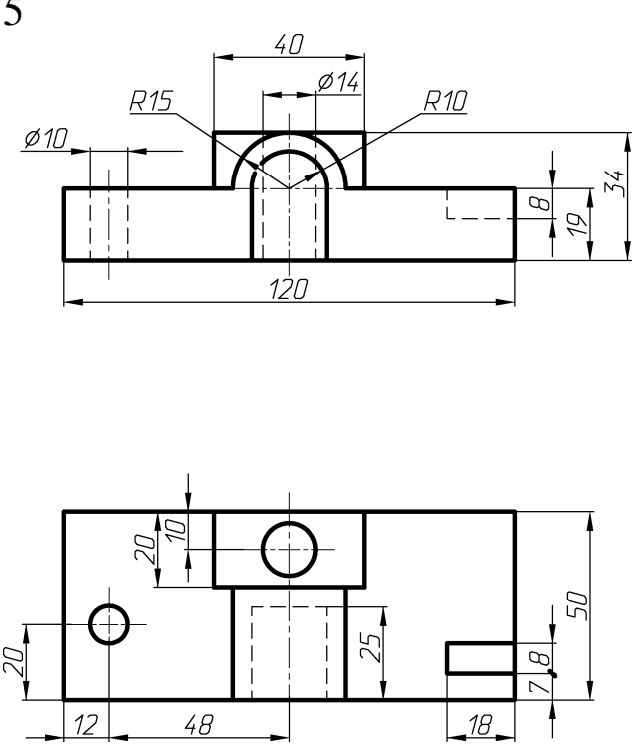
3



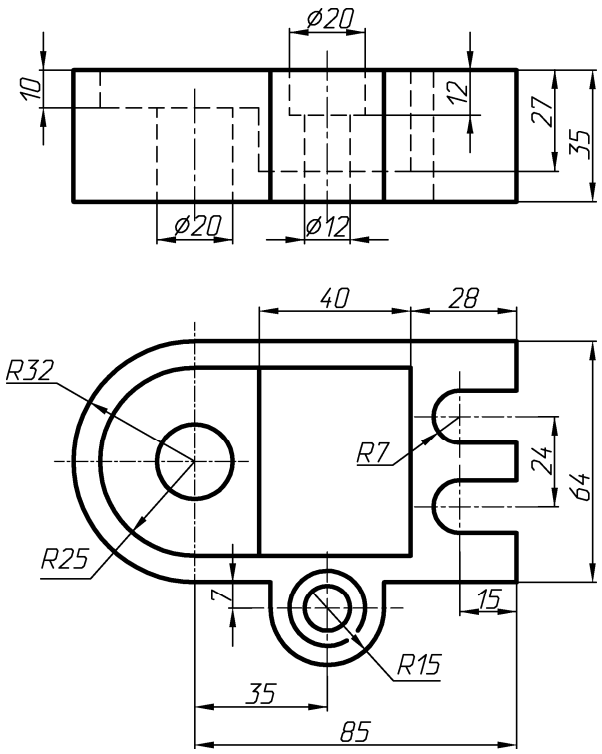
4



5

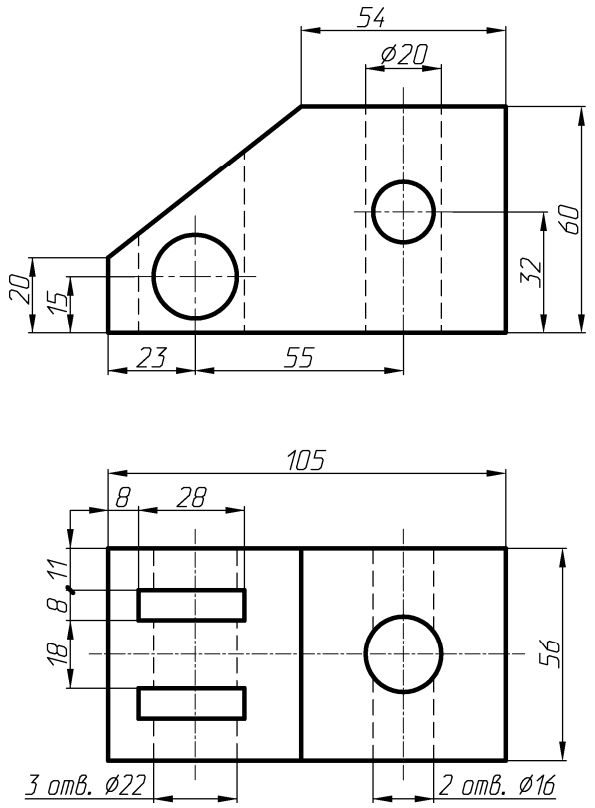


6

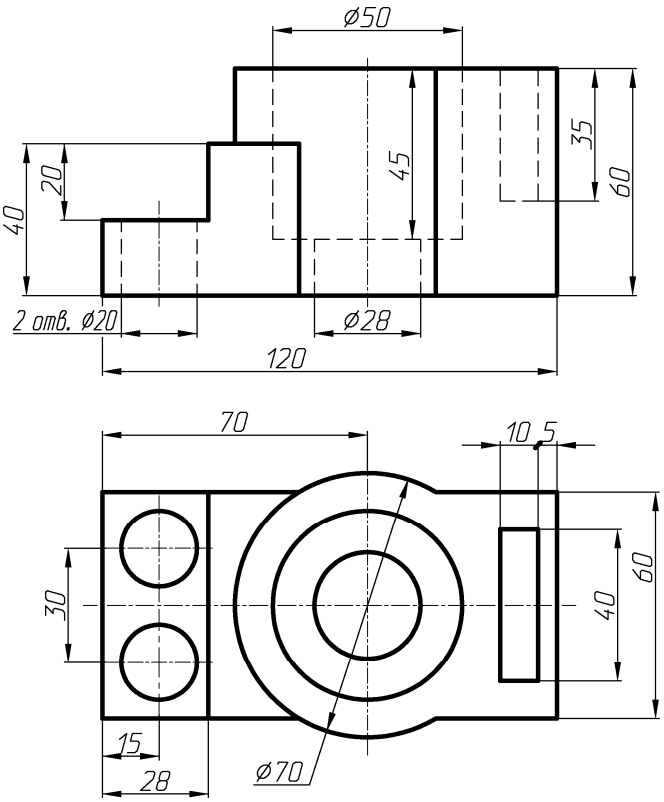


Продолжение таблицы П5

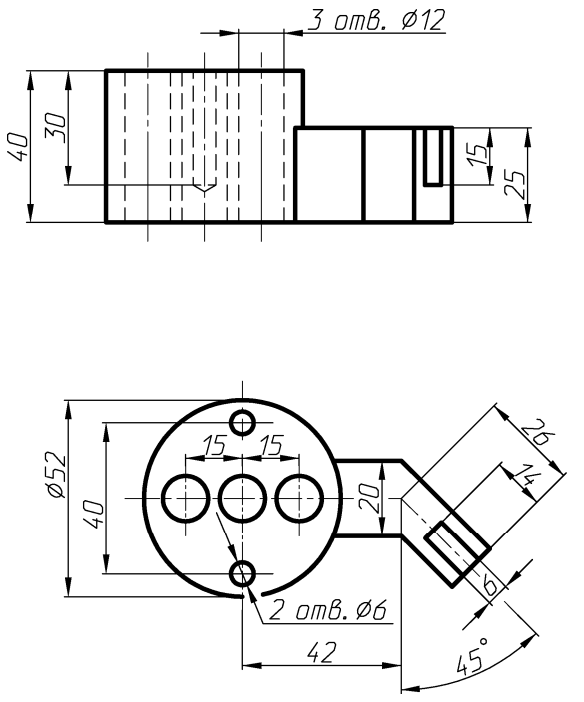
7



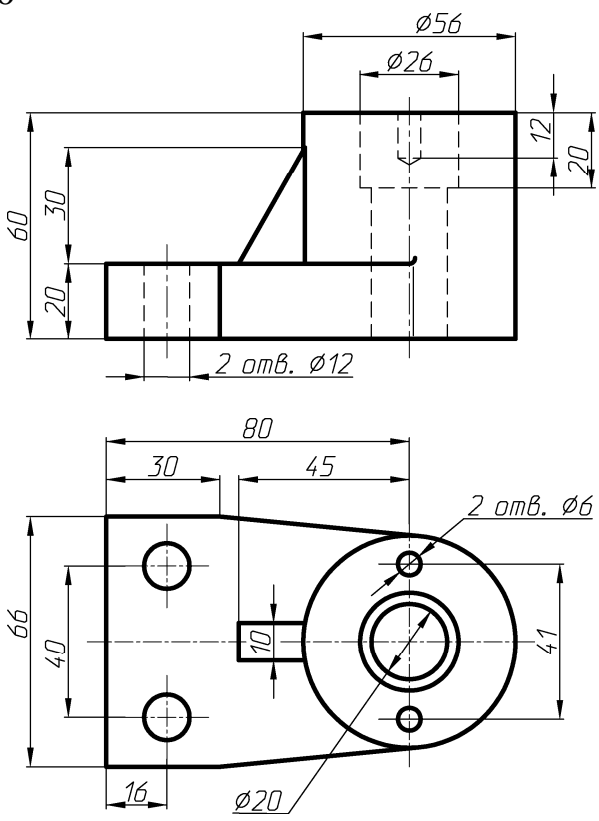
8



9

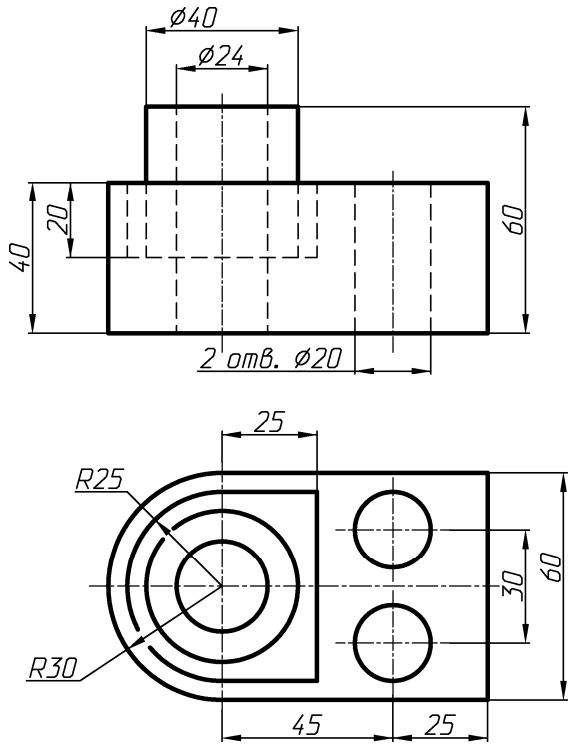


10

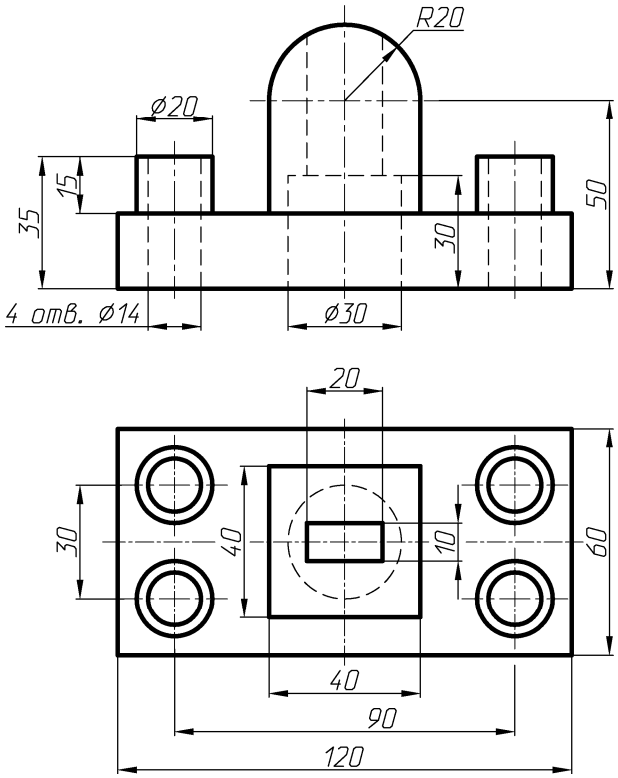


Продолжение таблицы П5

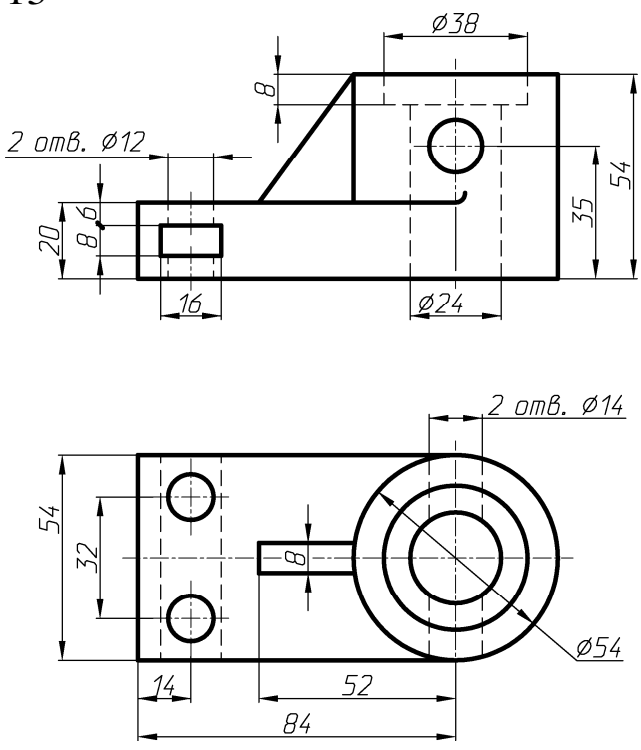
11



12



13



14

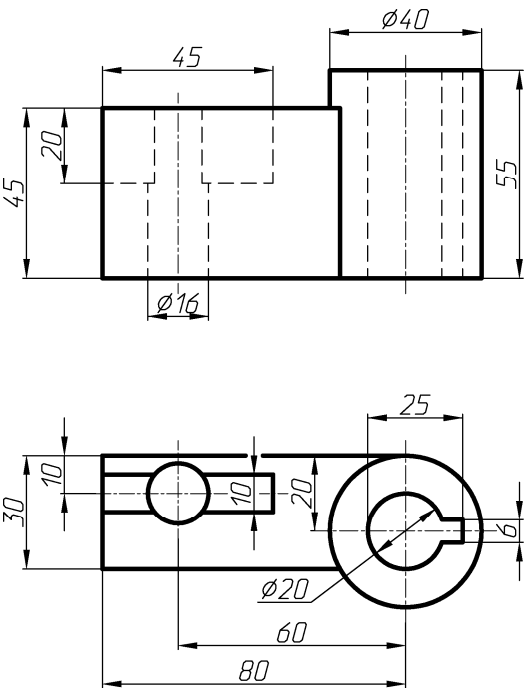
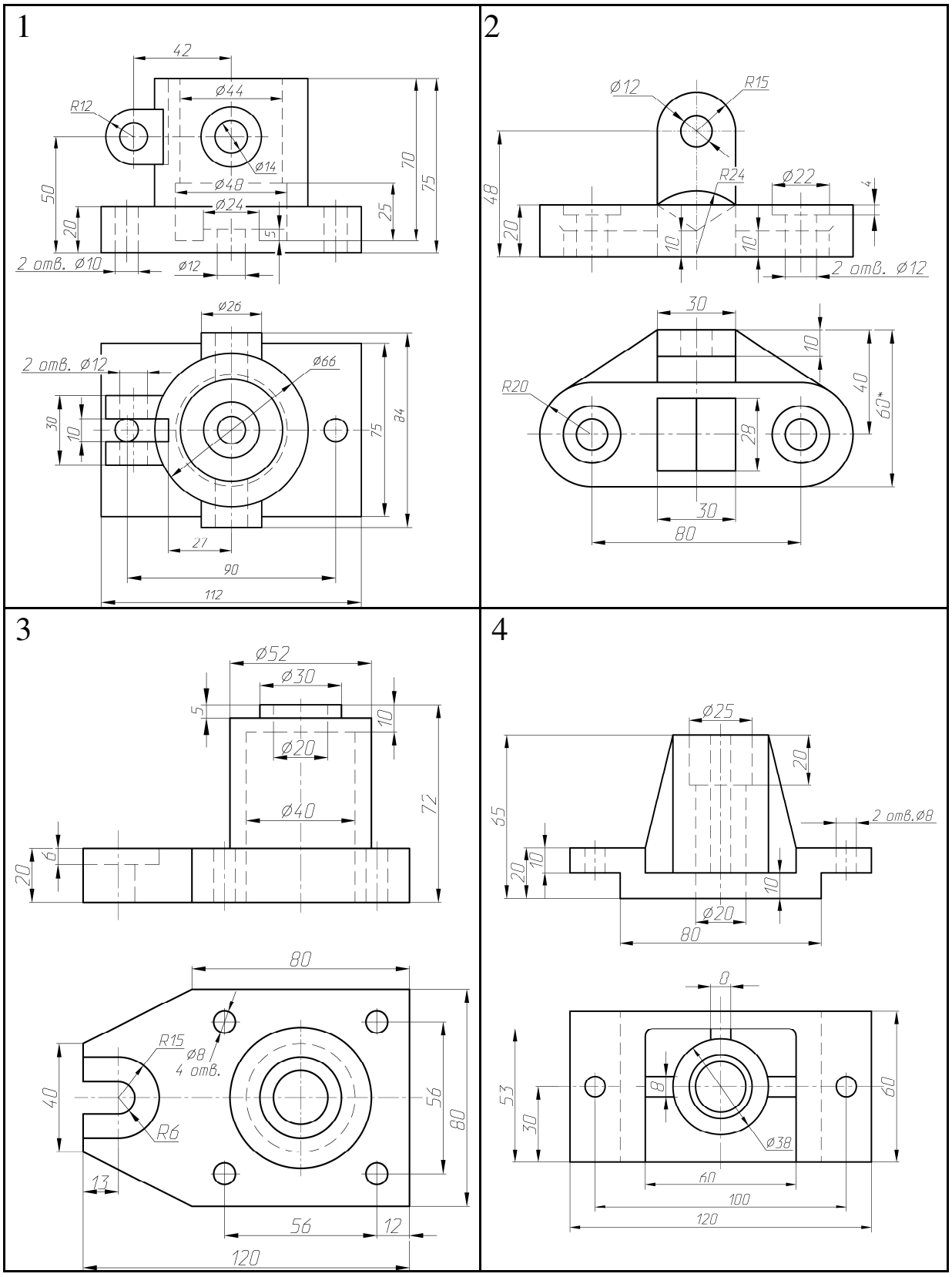
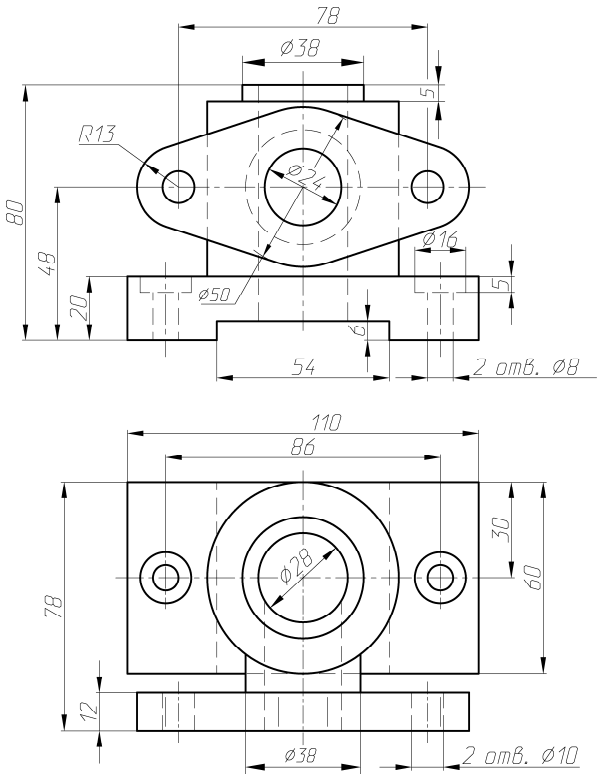


Таблица П5а

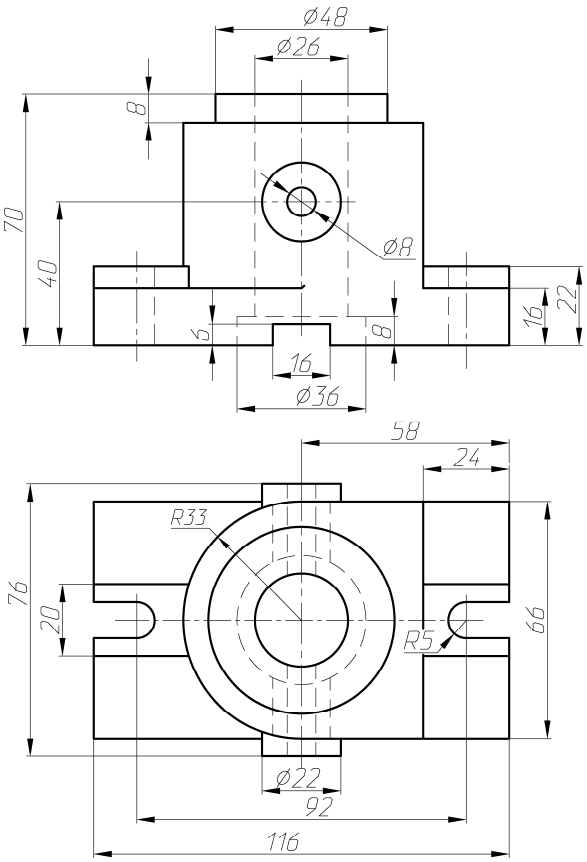

1
42
ø44
R12
ø14
ø48
ø24
50
20
10
75
25
5
2 отв. ø10
ø12
ø26
2 отв. ø12
ø66
30
10
75
84
27
90
112
2
ø12
R15
R24
ø22
48
20
10
10
4
2 отв. ø12
30
10
40
60*
R20
28
30
80
3
ø52
ø30
5
10
ø20
ø40
72
20
6
80
R15
ø8
4 отв.
R6
40
56
80
13
56
12
120
4
ø25
20
65
2 отв.ø8
20
10
10
ø20
80
8
53
30
8
60
ø38
60
100
120

Продолжение таблицы П5а

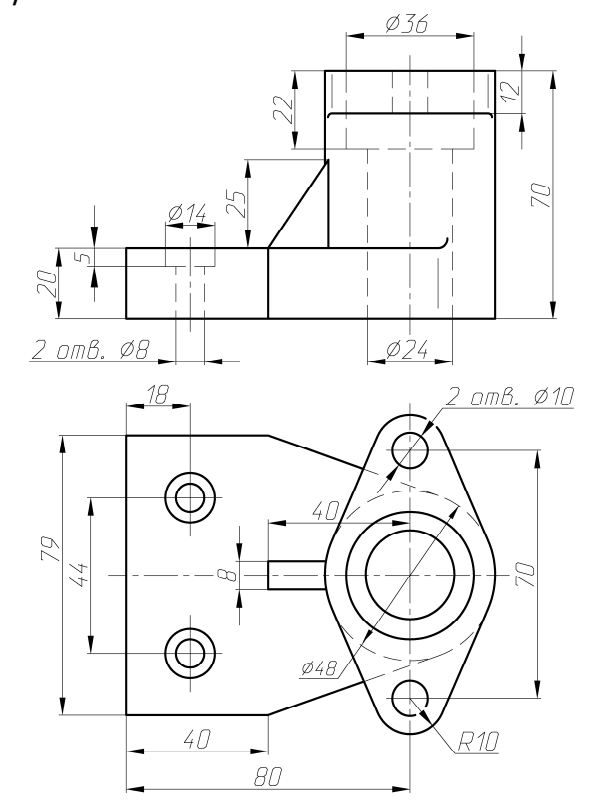
5



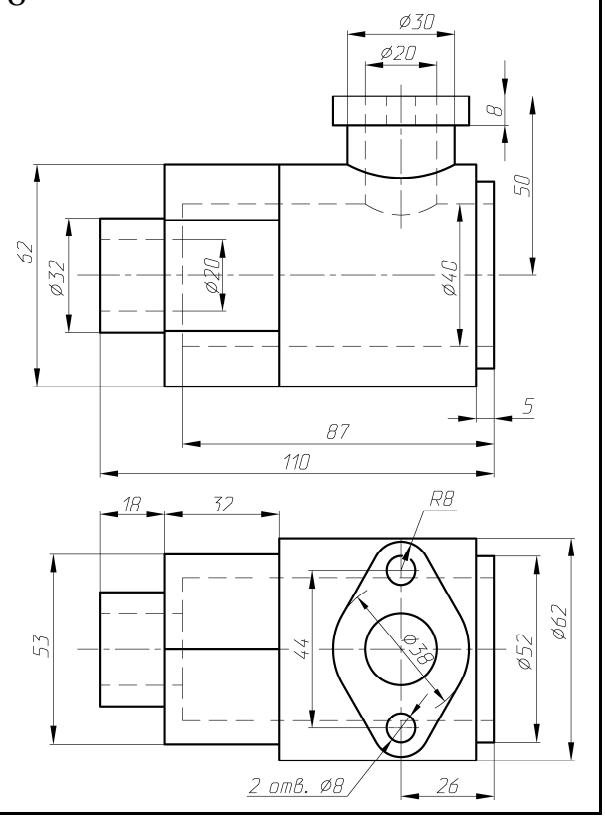
6



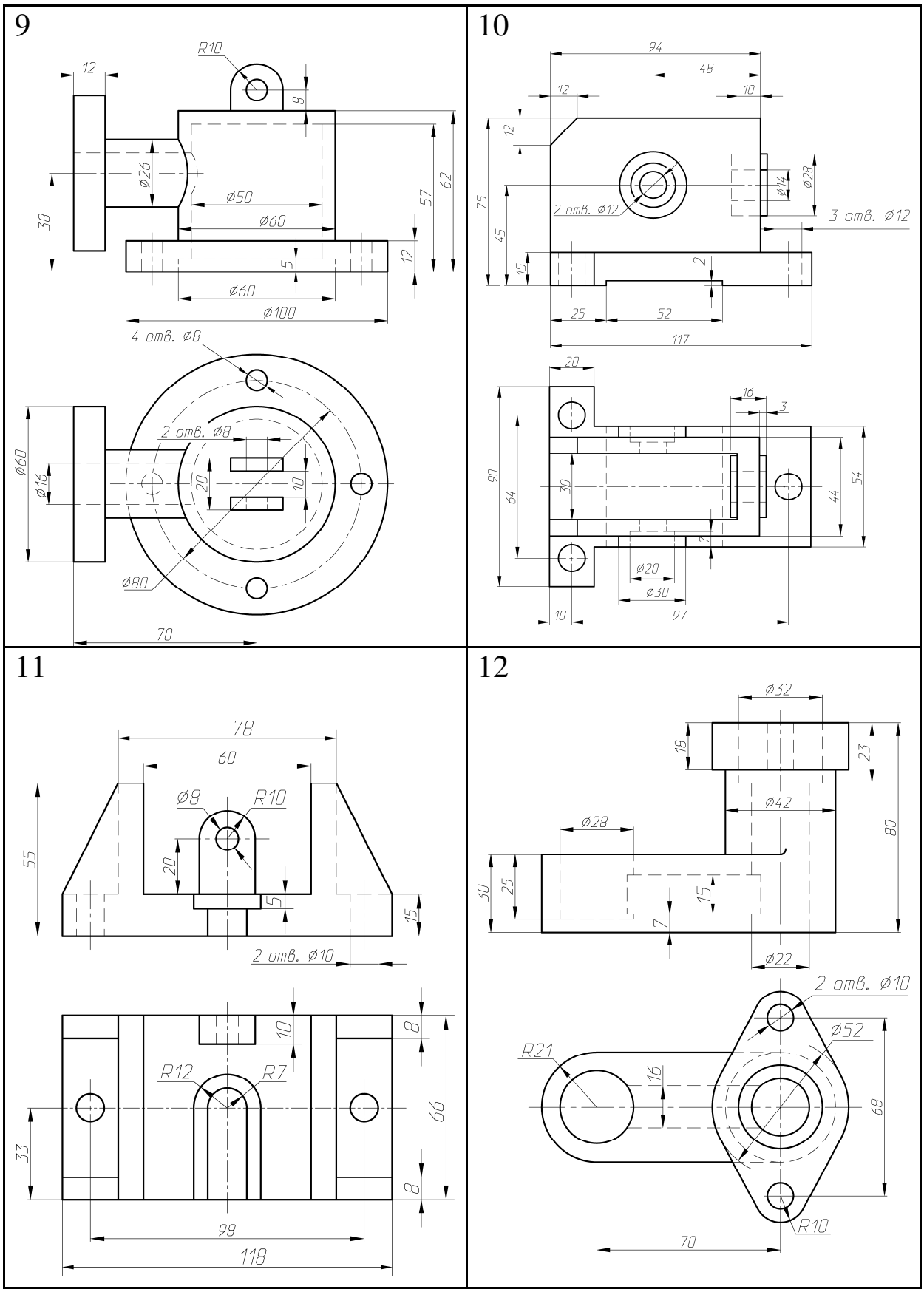
7



8



Продолжение таблицы П5а



Заключение

В данном учебном пособии представлен материал по построению изображений, составляющих основу любого чертежа, а также кратко изложены основные правила выполнения и оформления чертежей согласно требованиям ЕСКД, на которые следует обратить особое внимание студентов.

Использование настоящего учебного пособия для организации эффективной самостоятельной работы студентов по приобретению знаний, умений и навыков очень важно в процессе освоения основного и наиболее трудного раздела «Проекционное черчение» в курсе инженерной графики.

Полученные знания будут использоваться при изучении последующих графических дисциплин (технического черчения, машинной графики и др.), а также будут способствовать формированию следующих на наш взгляд профессиональных компетенций графически грамотного специалиста-машиностроителя:

- достаточно высоко развитое пространственное воображение;
- владение теоретическими основами и способность к анализу графической информации;
- наличие устойчивых навыков выполнения и чтения чертежей, умение строить изображения пространственных геометрических форм на плоскости способом прямоугольного проецирования и реконструировать трехмерные пространственные объекты по данному двумерному изображению;
- знание основных стандартов ЕСКД и др., утверждающих общие правила оформления чертежей и готовность использовать эти знания при разработке и оформлении проектной и конструкторской документации;
- наличие навыков автоматизированного выполнения чертежно-графических работ.

Данное учебное пособие с первых дней учебы в ВУЗе нацеливает первокурсника на приобретение качественной графической

подготовки, чтобы быть готовым к дальнейшему освоению графических дисциплин, к курсовому и дипломному проектированию, и в конечном итоге к успешной инновационной инженерной деятельности.

Список литературы

Учебная литература

1. Боголюбов С.К., Инженерная графика. – М.: Машиностроение, 2000.
2. Левицкий В.С., Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: М.: Высшая школа, 2003. 429 с.
3. Вяткин Г.П. Машиностроительное черчение: Учебник для студентов машиностроительных и приборостроительных специальностей вузов. М.: Машиностроение, 1985. 368 с.

Единая система конструкторской документации

4. Единая система конструкторской документации. Основные положения. ГОСТ 2.101-68?2.109-68. М.: Издательство стандартов, 1968.
5. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. ГОСТ 2.301-68?2.319-81. М.: Издательство стандартов. 1984.

Содержание

Предисловие……. 3
Введение……... 4
1. Цель и содержание задания…… 6
2. Требования к оформлению задания……... 7
3. Общие правила оформления чертежей…….. 8
3.1. Стандартизация……. 8
3.2. Единая система конструкторской документации (ЕСКД).. 8
3.2.1. Форматы……... 8
3.2.2. Масштабы…… 10
3.2.3. Линии……... 11
3.2.4. Шрифты чертежные ……... 13
3.2.5. Изображения: виды, разрезы, сечения, выносные элементы ……... 16
3.2.5.1. Виды …….. 17
3.2.5.2. Разрезы, сечения ……... 19
3.2.5.3. Выносные элементы ……. 23
3.2.6. Простановка размеров ……... 24
3.2.6.1. Общие положения …… 24
3.2.6.2. Размерные числа ……... 28
3.2.6.3. Знаки. Нанесение размеров диаметров, квадратов и других элементов детали ……. 29
3.2.6.4. Простановка размеров с учетом геометрической формы детали …… 32
3.2.7. Аксонометрические проекции …….. 41
3.3. Вопросы для самоконтроля……... 48
4. Порядок выполнения задания и некоторые рекомендации …. 50
4.1. Построение проекций геометрических тел. Чтение чертежа 52

……..
4.2. Построение проекций тел со сквозными отверстиями 58
…..
4.3. Построение сечения детали проецирующей плоскостью 65
……
4.4. Указания к выполнению разрезов 68
……
5. Примеры выполнения задания ……... 70
Приложения ……. 73
Заключение 96
……...
Список литературы 98
……..

Иванова Светлана Ивановна

ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Учебное издание

Редактор
Компьютерная верстка Ю.В. Скрипкина, А.Г. Локтионов

Подписано в печать Формат . Печать офсетная.
Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж экз.
Заказ Бесплатно.
Юго-западный государственный университет.
Издательско-полиграфический центр Юго-западного государственного университета.
305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94.